

**MANUEL AFONSO SENA PEREIRA ZAMBUJO**

**ESTUDO MORFOMÉTRICO DO CORAÇÃO  
DA CORUJA-DO-MATO (*Strix aluco*)  
COM RECURSO À RADIOGRAFIA**

**Orientadores:**

Prof. Doutor Luís Lobo

Prof. Doutor João Filipe Requicha

Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Isabel Dias

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**Faculdade de Medicina Veterinária**

**Lisboa**

**2017**

**MANUEL AFONSO SENA PEREIRA ZAMBUJO**

**ESTUDO MORFOMÉTRICO DO CORAÇÃO  
DA CORUJA-DO-MATO (*Strix aluco*)  
COM RECURSO À RADIOGRAFIA**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Medicina Veterinária no curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia no dia 20 de abril de 2018, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação nº: 125/2018, de 28 Março de 2018, com a seguinte composição:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Laurentina Pedroso (ULHT)

Arguente: Prof. Doutor Mário Ginja (UTAD)

Vogal: Prof.<sup>a</sup> Doutora Raquel Matos

Orientadores: Prof. Doutor Luís Lobo

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**Faculdade de Medicina Veterinária**

**Lisboa**

**2017**

“I always feel like it’s two key ingredients when it comes to following your dreams, making something happen that the average person deems difficult. If you truly believe it, that’s step one. Step two, is, you know, the hard work that goes along with it.”

J Cole.

# Dedicatória

Aos meus pais, irmãs, avó Júlia, avó Fiana e avô,  
e em especial ao Socks.

## Agradecimentos

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, na pessoa da sua Diretora, Professora Doutora Laurentina Pedroso, pela possibilidade de realização desta Dissertação de Mestrado.

Ao Professor Doutor João Requicha, não só pela sua ajuda, mas também pela paciência e disponibilidade na elaboração da presente dissertação.

Ao Professor Doutor Luís Lobo, pela sua ajuda na fase final de elaboração desta dissertação.

À Professora Doutora Maria Isabel Dias e a toda a equipa do Centro de Recuperação de Animais Selvagens do Hospital Veterinário da Universidade de Trás-os-Montes, pela recepção, carinho e pela oportunidade que tive em trabalhar convosco. Foi um prazer tremendo!

À Professora Doutora Inês Viegas, pela sua mestria e, acima de tudo, seu interesse e disponibilidade imediata.

Ao Dr. Roberto Sargo, um especial obrigado, não só pela sua orientação, mas por me mostrar uma área da Medicina Veterinária que “os moços da cidade”, infelizmente, não têm muito acesso.

Ao Professor Doutor José Manuel Almeida, por todo o seu apoio durante o estágio. Não imagina o quanto as nossas conversas “me salvaram” durante esse período. Só tenho pena que os nossos caminhos não se tivessem cruzado mais cedo...

A todos os meus colegas do curso e “amigos da rua”, que directa ou indirectamente contribuíram para o meu percurso académico.

Um obrigado especial aos meus “Putos do Caraiiiiiiii!” - amizades para uma vida!!!

Ao Guilherme Domingos, ao João Neves, à Inês Caldeira, ao Rui Filipe Antunes, ao João Almeida e ao Filipe Chapman Garrido, os meus companheiros de noites! “Sangue, Suor e Lágrimas” definem literalmente o nosso percurso! Se não fossem vocês, nada disto era possível. Juntos ou separados, foi uma sorte ter cruzado este caminho com o vosso. Nunca me esquecerei disso!

À minha família (avós, tios e primos), por todo o apoio durante o meu percurso.

Ao Rui, Snap e Sofia, sangue do meu sangue. Não existem palavras para descrever o quão agradecido me sinto por vos ter. Por terem sido o meu maior refúgio nos momentos de maior aperto. “Amigo” é pouco para descrever aquilo que vocês são para mim...

Por fim, à minha mãe, pai e irmãs. Sem vocês, nada disto era possível! Não existem palavras para descrever o orgulho que tenho em ser vosso filho e vosso irmão. A minha vida já deu muitas voltas, mas vocês sempre me apoiaram incondicionalmente em todas as minhas decisões. Mesmo quando atravessámos as dificuldades que passámos. No entanto, continuamos juntos! Obrigado por sermos a família que somos!

## Resumo

A coruja-do-mato é a espécie de coruja mais comum da Europa Central, onde atinge densidades elevadas, apresentando uma boa distribuição em Portugal. De hábitos gerais e dotada de grande adaptabilidade quando se trata de se estabelecer e obter alimentos, esta coruja robusta é uma das poucas espécies de rapinas que não parecem ser afectadas pela acção humana sobre o ambiente natural.

Este trabalho, que segundo os autores, é o primeiro trabalho do género efectuado mundialmente numa espécie rapina nocturna, teve como objectivo contribuir para o conhecimento dos valores de referência do tamanho da silhueta cardíaca da coruja-do-mato em imagem radiográfica.

Foram avaliadas retrospectivamente as radiografias torácicas de 66 animais obtidas no Centro de Recuperação de Animais Selvagens da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real, Portugal) nos anos de 2011 e 2016. Foi seleccionada uma amostra de 37 animais que apresentavam imagens passíveis de ser alvo de análise morfométrica nas projecções ventrodorsal (VD) (n=36) e laterolateral (LL) (n=17).

Na projecção VD, foi medida a largura da silhueta cardíaca, do tórax e a distância entre escápulas. Na projecção LL, foi mensurada a largura da silhueta cardíaca, do esterno e do coracóide, efectuando-se um rácio entre a silhueta cardíaca e as estruturas acima referidas. A inclusão da distância entre escápulas no plano VD e da medição do comprimento do coracóide no plano LL teve como objetivo a avaliação de novas constantes, em estruturas que não sofrem alterações com o crescimento do animal, no sentido de se encontrar a sua possível correlação com a silhueta cardíaca.

O presente estudo apenas identificou uma correlação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, devendo a primeira constituir 36 a 56% da última, evidenciando a utilização deste rácio como ferramenta útil na avaliação da silhueta cardíaca em aves.

**Palavras-chave:** Coruja-do-mato, *Strix aluco*, coração, morfometria, radiografia torácica

## Abstract

The tawny owl or brown owl is the most common owl species in Central Europe, where it reaches high densities, presenting a good distribution in Portugal. A bird of common habits and with great adaptability when it comes to establishing and obtaining food, this robust owl is one of the few species of prey that do not seem to be affected by the constant changes that humans cause in the natural environment.

This work, which according to the authors, is the first of the genus carried out worldwide in a nocturnal prey species, intends to establish the reference values of the cardiac silhouette size of the tawny owl in the radiographic image.

Sixty-six thoracic radiographs of tawny owl attended at the Wild Animal Recovery Centre of the University of Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real, Portugal) between 2011 and 2016 were retrospectively assessed. A sample of 37 animals which presented radiographic images that could be measured was selected for morphometric analysis, among which 36 were measured in the ventrodorsal (VD) view and 17 in the laterolateral (LL) view.

In the VD view, the width of the cardiac silhouette, the thorax, and the distance between scapulae were measured. In the LL plane, the width of the cardiac silhouette, sternum and coracoid were also measured, with a ratio between the cardiac silhouette and the abovementioned structures. The inclusion of the distance between scapulae in the VD plane and the measurement of the length of the coracoid in the LL plane had the objective of evaluating new structures that do not change with the growth of the animal in order to find its possible correlation with the heart silhouette.

The present study only identified a correlation between the width of the cardiac silhouette and the width of the thorax. The first should be between 35 to 55% of the last, evidencing the use of this ratio as a useful tool in the evaluation of the cardiac silhouette in birds.

**Keywords:** Tawny owl, *Strix aluco*, heart, morphometry, thoracic radiography



# Índice Geral

Dedicatória .....	ii
Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Índice Geral .....	vii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Tabelas .....	xii
Lista de Abreviaturas, Símbolos e Acrónimos .....	xiii
I. DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO CURRICULAR .....	1
II. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO .....	3
1. Introdução.....	3
1.1. Coruja-do-Mato ( <i>Strix aluco</i> ).....	3
1.2. Distribuição geográfica .....	4
1.3. Anatomia e fisiologia cardiovascular das aves.....	6
1.3.1. Coração.....	6
1.3.2. Sistema circulatório .....	7
1.3.2.1. Circulação arterial.....	7
1.3.2.2. Circulação venosa .....	8
1.3.3. Fisiologia cardíaca.....	8
1.4. Avaliação do sistema cardiovascular .....	10

1.4.1.	Meios complementares de diagnóstico .....	12
1.5.	Radiografia .....	14
1.5.1.	Preparação do animal.....	14
1.5.2.	Contenção do animal.....	15
1.5.3.	Condicionantes.....	16
1.5.4.	Técnica radiográfica .....	17
1.5.4.1.	Projecção ventrodorsal .....	17
1.5.4.2.	Projecção laterolateral .....	18
1.5.5.	Anatomia radiográfica.....	19
1.5.5.1.	Silhueta visceral central.....	19
1.5.5.2.	Silhueta cardíaca.....	22
1.5.5.3.	Alterações na silhueta cardíaca .....	22
1.6.	Estudos morfométricos da silhueta cardíaca e torácica em aves .....	23
1.7.	Objetivos .....	25
2.	Materiais e Métodos .....	26
2.1.	Animais estudados .....	26
2.2.	Exame radiográfico.....	26
2.3.	Critérios de exclusão .....	27
2.4.	Critérios de inclusão .....	27
2.5.	Análise morfométricas das radiografias torácicas .....	28
2.6.	Análise estatística.....	30

3. Resultados.....	31
3.1. Descrição da amostra.....	31
3.1. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax em projecção ventrodorsal .....	33
3.2. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre escápulas em projecção ventrodorsal .....	36
3.3. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do coracóide em projecção laterolateral .....	37
3.4. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno em projecção laterolateral .....	38
4. Discussão .....	39
5. Conclusão.....	42
6. Referências bibliográficas .....	43

## Índice de Figuras

Figura 1 – Distribuição relativa dos animais admitidos, por classe taxonómica, durante o período de estágio. ....	1
Figura 2 – Distribuição relativa dos motivos de admissão dos animais recebidos durante o período de estágio curricular.....	2
Figura 3 – Colorações das plumagens de <i>Strix aluco sylvatica</i> .....	3
Figura 4 – Exemplar de <i>Strix aluco sylvatica</i> após caça.....	4
Figura 5 – Mapa da distribuição mundial da <i>Strix aluco</i> . ....	5
Figura 6 – Descrição da anatomia, do sistema circulatório e sistema condutor eléctrico do coração de aves .....	9
Figura 7 – Técnica de contenção para posicionamento de estudo radiográfico ventrodorsal com recurso a placas de contenção .....	18
Figura 8 – Técnica de contenção para posicionamento de estudo radiográfico laterolateral com recurso a placas de contenção .....	19
Figura 9 – Radiografia em projecção ventrodorsal de um bufo americano ( <i>Bufo virginianus</i> ) .....	20
Figura 10 – Radiografia em projecção laterolateral de um bufo americano ( <i>Bufo virginianus</i> ) .....	21
Figura 11 – Radiografia em projecção ventrodorsal de um dos exemplares estudados de <i>Strix aluco sylvatica</i> .....	28
Figura 12 – Radiografia em projecção ventrodorsal de um dos exemplares estudados de <i>Strix aluco sylvatica</i> .....	29
Figura 13 – Radiografia em projecção laterolateral de um dos exemplares de <i>Strix aluco sylvatica</i> .....	29
Figura 14 – <i>Boxplot</i> relativo à distribuição em quartis e representação de <i>outliers</i> das medições da largura do coração em projecção ventrodorsal.....	34

Figura 15 – *Boxplot* relativo à distribuição em quartis e representação de *outliers* das medições da largura tórax em projecção ventrodorsal ..... 34

Figura 16 – *Boxplot* relativo à distribuição em quartis e representação de *outliers* das medições obtidas na avaliação dos rácios entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax em projecção ventrodorsal ..... 35

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Sinais clínicos mais comuns de doença cardiovascular das aves. ....	11
Tabela 2 – Valores médios dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e as larguras do tórax, em radiografias em projecção ventrodorsal de várias espécies de aves .....	24
Tabela 3 – Número total de indivíduos selecionados por ano e por projecção radiográfica.....	31
Tabela 4 – Resultados dos Teste-t para amostras independentes relativos às medições para os grupos “queda de ninho” e “outra causa”. ....	32
Tabela 5 – Resultados da análise estatística descritiva e inferencial dos valores da largura da silhueta cardíaca, da largura do tórax e do rácio silhueta cardíaca/tórax, em projecção ventrodorsal.....	33
Tabela 6 – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e da distância entre escápulas em projecção ventrodorsal.....	36
Tabela 7 – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e do comprimento do coracóide em projecção laterolateral.....	37
Tabela 8 – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e do comprimento do esterno em projecção laterolateral .....	38
Tabela 9 – Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e as larguras do tórax, na projecção ventrodorsal. ....	40

## Lista de Abreviaturas, Símbolos e Acrónimos

ADN – Ácido desoxirribonucleíco

AV – Atrioventricular

CRAS – Centro de Recuperação de Animais Selvagens

CT – Rácio largura da silhueta cardíaca/largura da silhueta do tórax

HV-UTAD – Hospital Veterinário da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

IC – Intervalo de confiança

LL – Laterolateral

kV – Quilovolt

mA – Miliampere

PAMC – Pressão arterial média central

PVC – Pressão venosa central

SA – Sinoatrial

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

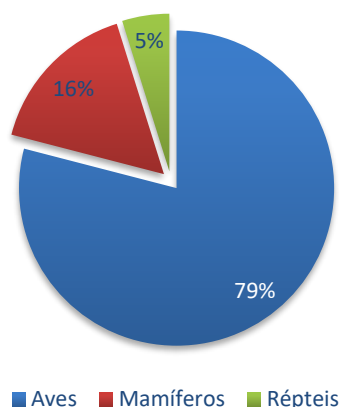
VD – Ventrodorsal

# I. DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO CURRICULAR

O estágio curricular foi realizado no Centro de Recuperação de Animais Selvagens (CRAS) do Hospital Veterinário da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (HV-UTAD), localizado em Vila Real, Portugal, sob orientação científica da Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Isabel Dias, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, e do Prof. Doutor João Requicha, e sob a orientação clínica do Dr. Roberto Sargo, bem como da restante equipa do CRAS. Este realizou-se entre 5 de Dezembro de 2016 e 28 de Abril de 2017.

Apesar de ter sido realizado num período de menor entrada de animais atendendo à sazonalidade das espécies presentes na nossa fauna, registou-se um aumento de admissão de animais quando comparado com o mesmo período em anos anteriores, possibilitando ao aluno um contacto com uma casuística significativa. Durante o período mencionado, ingressaram 62 animais com diferentes idades e com informação acerca do género nas espécies em que essa identificação era possível.

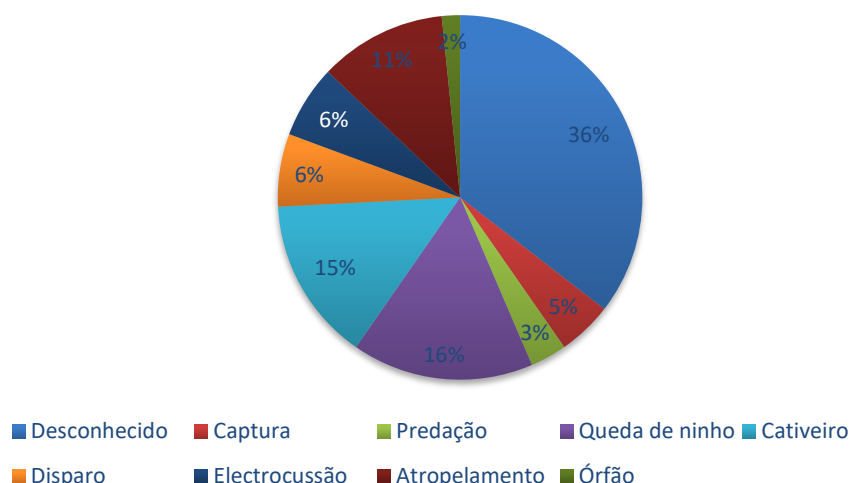
Os animais mais atendidos no serviço de animais selvagens foram as aves (n=49), seguidos dos mamíferos (n=10) e dos répteis (n=3). A proporção de animais recebidos durante esse período encontra-se ilustrada na Figura 1.



**Figura 1** – Distribuição relativa dos animais admitidos, por classe taxonómica, durante o período de estágio.

As causas de admissão mais frequentes durante o período de estágio incluíram as quedas de ninho (n=10), cativoiro ilegal (n=9) e atropelamento (n=7), tendo havido 22 admissões sem causa conhecida (Figura 2).





**Figura 2** – Distribuição relativa dos motivos de admissão dos animais recebidos durante o período de estágio curricular.

O período de estágio foi desenrolado em ambiente hospitalar, no HV-UTAD e nas instalações do CRAS, onde o estagiário teve contacto com várias actividades, de entre elas: a admissão hospitalar de animais e seu respectivo seguimento, acompanhamento dos processos de recuperação e libertação de diferentes espécies de animais da fauna portuguesa admitidos ao CRAS e participação nas actividades de manutenção do centro de recuperação, como preparação e alimentação dos animais em recuperação e manutenção do biotério.

Após a admissão hospitalar, era efectuado um exame físico metodológico e minucioso do animal, seguido de exames complementares de diagnóstico, onde após a avaliação dos seus resultados, era instituído um protocolo terapêutico. Para além disso, o acompanhamento dos casos clínicos permitiu ao estagiário participar em algumas cirurgias. O estagiário também participou em outros procedimentos clínicos mais frequentes, tais como recolha de sangue, preparação de animais para cirurgia, administração de medicamentos, realização de radiografias, participação em ecografias, limpeza e assépsia de feridas e na preparação e administração (podendo ser forçada) da alimentação dos animais.

Atendendo que o CRAS se encontra associado a um hospital universitário, o estagiário teve a oportunidade de assistir à aplicação de técnicas de imagiologia mais avançadas em animais selvagens, como, por exemplo, a endoscopia, a tomografia computadorizada (TC) e a fluoroscopia intra-cirúrgica.

## II. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

### 1. Introdução

#### 1.1. Coruja-do-Mato (*Strix aluco*)

A coruja-do-mato (*Strix aluco*) é uma ave rapina noturna pertencente à ordem Strigiformes e à família Strigidae. É das espécies mais frequentes do continente europeu, onde apresenta uma elevada densidade populacional<sup>(1)</sup>. A subespécie residente no território português, designada por *Strix aluco sylvatica*, apresenta um porte médio, cujo o comprimento do corpo varia entre 37 a 43 cm e o seu peso varia entre as 350-530 g nos machos e entre as 365-575 g nas fêmeas. Apesar de morfologicamente semelhantes, as fêmeas tendem a ser ligeiramente maiores que os machos. As suas asas são relativamente curtas e arredondadas, apresentando uma envergadura que varia entre os 81 e 96 cm, sendo esta uma das características que permite distinguir em voo de outras espécies de rapinas noturnas, como o bufo pequeno (*Asio otus*) ou da coruja-do-nabal (*Asio flammeus*). Esta coruja possui uma plumagem castanha, que pode variar entre tons de castanho-acinzentado e castanho-arruivado, sendo esta totalmente malhada. Estas colorações (Figura 3) variam consoante o clima em que se inserem, sendo que nas zonas mais quentes predomina a variação castanha-arruivada e em áreas mais frias e secas predomina a coloração castanho-acinzentada (Lopes, 2014).



**Figura 3** – Colorações das plumagens de *Strix aluco sylvatica*.

(Fonte: <http://www.taenos.com/en/itis/strix-aluco-sylvatica/Strix%20aluco%20sylvatica/>)

1 - BirdLife International 2014. *Strix aluco*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Consultado 31/08/2017.

Esta espécie alimenta-se maioritariamente de pequenos mamíferos e insectos, os quais são capturados em movimento, após a ave se lançar sobre eles a partir de um poiso (Goodens, 1982). Num estudo realizado na Serra de São Mamede, constatou-se que os invertebrados correspondem a 46% da dieta desta espécie, enquanto que os roedores correspondem apenas a 36%. No entanto, os roedores acabam por representar 62% da biomassa ingerida por esta espécie (Santos, 1998).



**Figura 4** – Exemplar de *Strix aluco sylvatica* após caça.

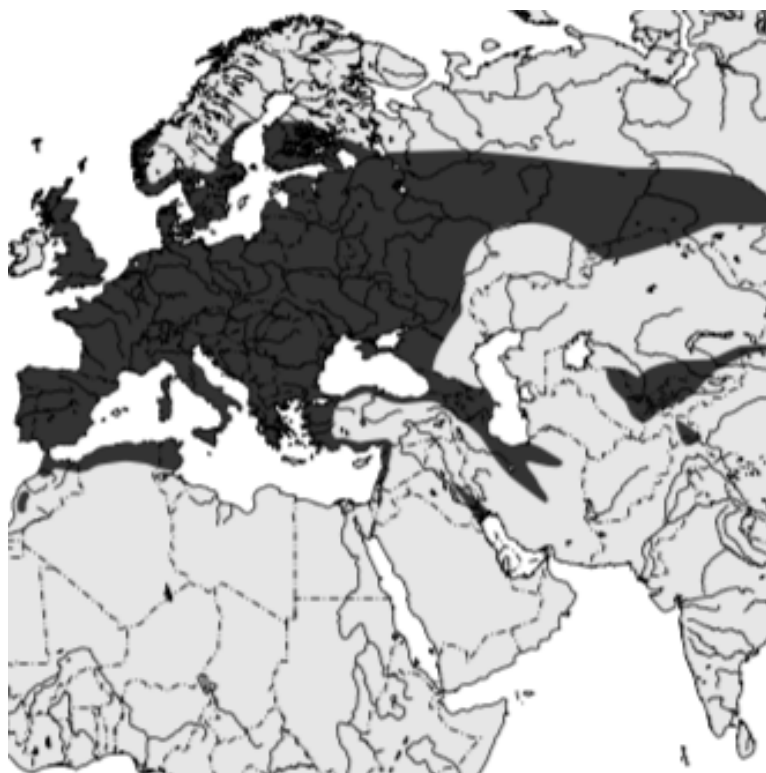
(Fonte: <https://www.juzaphoto.com/galleria.php?t=978322&l=en> )

## 1.2. Distribuição geográfica

O habitat mais típico para esta espécie é a floresta mista, sendo também encontrada em parques, zonas agrícolas, zonas urbanizadas e florestas de coníferas (Lopes, 2014). Costumam construir os seus ninhos dentro de buracos de troncos ocos (Goodens, 1982). Durante o Inverno, utilizam edifícios abandonados ou cavidades rochosas para se abrigarem (Lopes, 2014).

A nível mundial, esta espécie encontra-se amplamente distribuída pela Eurásia, chegando também a ocorrer no Norte de África. O último censo realizado em Portugal para a subespécie presente apontou para 1000 a 10 000 casais reprodutores, mas crê-se que esta estimativa já se encontre desactualizada (Lopes, 2014).

No território português, a sua abundância varia de umas zonas para as outras, tendo uma maior frequência na metade sul do país. A sua abundância escassa no Litoral Centro e Norte deve-se à elevada fragmentação dos habitats. Pode ser ouvida e avistada em regiões como: região entre o Douro e Minho - Serra de Arga e Serra do Gerês, bem como na zona de Guimarães; em Trás-os-Montes - Serra de Montesinho, Serra do Alvão e a zona de Miranda do Douro; no Litoral Centro - Pinhal de Leiria, Pinhal de Mira; na Beira Interior - zona do Tejo internacional, Portas de Ródão e no Sabugal; na região de Lisboa e Vale do Tejo - na zona de Pancas, cidade de Lisboa (Jardim Botânico, Tapada da Ajuda e Parque de Monsanto), Serra de Sintra, bem como na Serra da Arrábida e na zona de Coruche; no Algarve - Serra do Caldeirão, Rocha da Pena e Serra do Espinhaço de Cão e no Alentejo - Estuário do Sado, Serra de Grândola, Vale do Mira. O litoral desta última região é considerado a melhor local para se observar esta espécie, mas no seu interior, esta espécie pode ser identificada na Ribeira do Divor, nos montados de Cabeção e Alter do Chão, em Castelo de Vide e junto à albufeira de Montargil, bem como na região de Barrancos.



**Figura 5** – Mapa da distribuição mundial da *Strix aluco*. (Adaptado de König, Weick & Becking, 2009).

### 1.3. Anatomia e fisiologia cardiovascular das aves

O sistema cardiovascular de alta performance das aves desenvolveu-se de forma a responder à grande exigência aeróbica associada ao voo e a outras actividades intensas, fornecendo um transporte adequado e altamente eficiente de oxigénio (Dzialowski & Crossley, 2014; Fitzgerald & Beaufrère, 2016), garantindo também uma remoção adequada e eficiente dos produtos metabólicos (Dzialowski & Crossley, 2014), conferindo-lhes assim uma enorme capacidade e resistência ao exercício (Macwhirter, 2011). Possuem uma frequência cardíaca comparativamente à massa corporal mais alta que nos mamíferos (Macwhirter, 2011; Fitzgerald & Beaufrère, 2016) e o seu coração é relativamente maior. Apresentam também um débito cardíaco, capacidade de volume e pressão sanguínea maiores e uma resistência periférica menor (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

#### 1.3.1. Coração

O coração localiza-se ligeiramente à direita da linha mediana da porção cranioventral da cavidade celómica, envolto por um pericárdio fino mas resistente e aderido à superfície dorsal do esterno, sacos aéreos circundantes e fígado. Os lobos hepáticos esquerdo e direito envolvem o ápice dorsalmente e lateralmente (O'Malley, 2005; Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Caudalmente, o coração é envolvido pelo proventrículo (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). A sua superfície dorsal encontra-se junto à bifurcação traqueal (siringe) e ao esófago (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Os pulmões, apesar de se encontrarem dorsais ao coração, não chegam a envolvê-lo (O'Malley, 2005). Adjacentes a si, encontram-se outras estruturas: dorsalmente, os sacos aéreos cervicais e o saco aéreo clavicular cranial e, lateralmente, os sacos aéreos torácicos (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). O posicionamento destas estruturas é de grande relevância clínica, dado à grande probabilidade de envolvimento cardiovascular em caso de patologia respiratória primária (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

Anatomicamente, o coração das aves apresenta muitas semelhanças ao dos mamíferos (Macwhirter, 2011; Beaufrère & Guzman, 2016). É composto por quatro câmaras - dois átrios e dois ventrículos, todos compostos por endocárdio, miocárdio e epicárdio (Fitzgerald & Beaufrère, 2016) e com uma separação mediana (septo interventricular) a qual evita que haja mistura do sangue arterial com o sangue venoso (O'Malley, 2005).

No entanto, este órgão apresenta um grande número de diferenças em relação ao dos mamíferos: apesar de grande parte das válvulas serem semelhantes, a sua válvula

atrioventricular esquerda é tricúspide e a válvula atrioventricular direita é muscular, não possuindo cordas tendinosas (O'Malley, 2005; Beaufrère & Guzman, 2016), formada apenas por um *flap* de músculo do miocárdio. O ventrículo direito está envolvido na circulação pulmonar, enquanto que o ventrículo esquerdo é responsável pelo fornecimento de sangue arterial para toda a circulação sistémica. A sua parede é duas a três vezes mais grossa que a do ventrículo direito, conseguindo gerar quatro a cinco vezes mais de pressão sistólica, quando comparada com a gerada pelo ventrículo direito (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). O coração das aves possui uma forma cónica que se estende até ao ápice. O ventrículo direito apresenta uma forma crescente e envolve, pelo menos, metade do ventrículo esquerdo. A sua parede livre é contínua com o ventrículo esquerdo, não chegando a estender-se até ao ápice (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

### **1.3.2. Sistema circulatório**

As aves apresentam características distintas de todas as outras famílias de animais. Muitas destas particularidades são adaptações altamente eficazes associadas à sua grande exigência aeróbica. Alguns exemplos destas características são: a sua artéria aorta curva-se para a direita, contrariamente à dos mamíferos (O'Malley, 2005; Macwhirter, 2011; Beaufrère & Guzman, 2016; Fitzgerald & Beaufrère, 2016) e possui cartilagem hialina na sua base, o que ajuda a estabilizar o funcionamento das suas válvulas; na zona do ângulo da mandíbula existe uma anastomose transversa entre as duas veias jugulares, o que permite a existência de um *bypass*, caso uma das veias seja colapsada pelos movimentos do pescoço (O'Malley, 2005).

#### **1.3.2.1. Circulação arterial**

Tal como referido anteriormente, a sua aorta apresenta uma curvatura para a direita (O'Malley, 2005; Macwhirter, 2011; Beaufrère & Guzman, 2016; Fitzgerald & Beaufrère, 2016) e origina quase imediatamente dois grandes troncos braquiocefálicos, que são responsáveis pela distribuição de quase 75% do aporte sanguíneo para as asas, musculatura peitoral e cabeça. As suas carótidas prolongam-se para a cabeça dentro de um sulco presente na base das vértebras cervicais, junto ao eixo de rotação, o que permite que o aporte sanguíneo para o cérebro não seja cortado pelos movimentos da cabeça (O'Malley, 2005).

### **1.3.2.2. Circulação venosa**

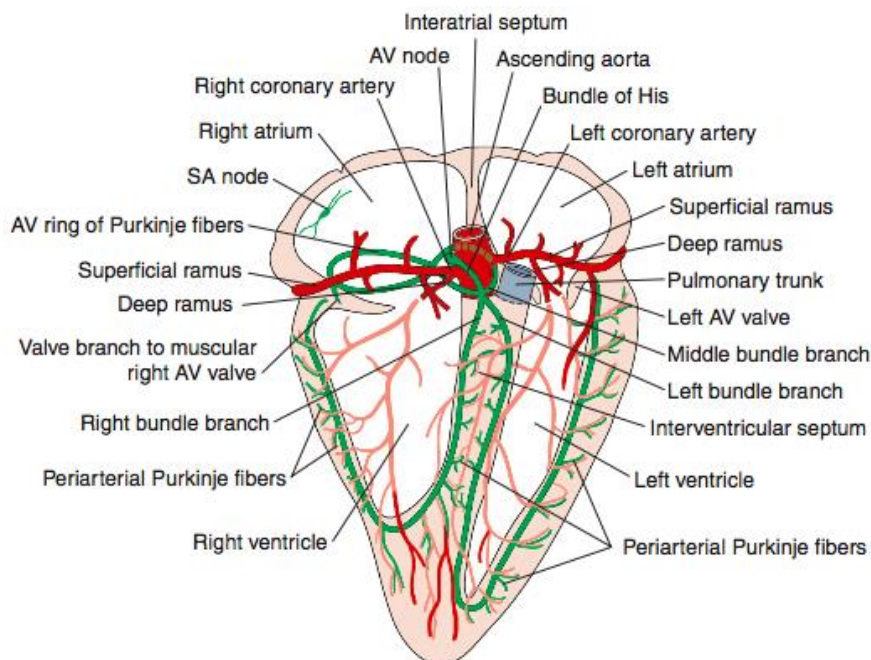
A veia cava cranial é par e recebe o sangue do pescoço e cabeça através das veias jugulares e das asas e zona peitoral através das veias subclávias. Tal como referido anteriormente, na zona do ângulo da mandíbula existe uma anastomose entre as veias jugulares, o que vai permitir que a circulação sanguínea mude de lado e não seja interrompida caso uma das veias seja colapsada pelo movimento do pescoço (O'Malley, 2005). Esta anastomose inclina-se para a direita, o que explica a razão pela qual ser a veia jugular direita maior que a veia jugular esquerda (O'Malley, 2005), sendo este um dos melhores locais para recolha de sangue (Macwhirter, 2011).

O sangue proveniente dos membros pélvicos, do abdómen caudal e das vísceras entra no sistema porta-renal, juntando-se depois à veia cava caudal. O volume sanguíneo principal proveniente do tracto gastrointestinal, pâncreas e baço é drenado para a veia porta hepática e para o fígado. Apresentam uma veia mesentérica caudal muito grande (característica única nas aves) que é responsável pela drenagem do abdómen posterior e conecta a veia porta hepática com a veia porta renal. Dado que o sangue pode fluir em ambos os sentidos ao longo deste vaso, o fluxo pode ser alterado entre os rins e fígado (O'Malley, 2005).

### **1.3.3. Fisiologia cardíaca**

Funcionalmente, o coração apresenta um diferencial de pressões entre a circulação sistémica e a circulação pulmonar. Ambas as circulações funcionam em conjunto e o sangue volta ao coração para ser novamente pressurizado antes de entrar em qualquer circuito. Tal como nos mamíferos, o ventrículo direito é responsável por pressurizar a circulação pulmonar e o ventrículo esquerdo é responsável por pressurizar a circulação sistémica. Em ambos os casos, o diferencial de pressão entre a pressão arterial média central (PAMC) e a pressão venosa central (PVC) conduz o fluxo sanguíneo através da resistência ao fluxo sanguíneo originada pelos microvasos da circulação (Dzialowski & Crossley, 2014). Tanto o átrio esquerdo como o átrio direito recebem sangue com os mesmos valores de pressão central venosa antes de este entrar para os ventrículos (Dzialowski & Crossley, 2014). Tal como nos mamíferos, estas câmaras funcionam mais como reservatórios do que como “bombas de pressão” para a pressão ventricular. A resistência ao fluxo sanguíneo, provocada pela resistência periférica, é mais baixa na circulação pulmonar do que na circulação sistémica. Logo, o ventrículo direito gera uma menor pressão sanguínea quando comparada à produzida pelo ventrículo esquerdo para expelir a mesma quantidade de sangue. Este diferencial

de pressão ventricular está reflectido na própria anatomia dos ventrículos: o miocárdio do ventrículo direito é mais fino quando comparado com o do ventrículo esquerdo (Dzialowski & Crossley, 2014).



**Figura 6** – Descrição da anatomia, do sistema circulatório e sistema condutor eléctrico do coração de aves.  
(Adaptado de Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

Relativamente à sua electrofisiologia, o sistema condutor eléctrico do coração de aves assemelha-se bastante ao dos mamíferos (Dzialowski & Crossley, 2014; Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Este é composto pelo nódulo sinoatrial (SA), nódulo atrioventricular (AV), o anel de fibras de Purkinje atrioventriculares, o Feixe de His e seus respectivos ramos e possui três feixes ramificados (esquerdo, direito e médio) (Dzialowski & Crossley, 2014; Fitzgerald & Beaufrère, 2016). No entanto, o sistema de condução apresenta uma característica única: a presença de um anel AV composto por fibras de Purkinje que circundam a abertura AV do átrio direito e ligam-se à válvula muscular AV direita (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

O nódulo SA está geralmente localizado junto à abertura da veia cava para o átrio direito, apesar de existirem algumas variações entre espécies (Dzialowski & Crossley, 2014). Os ramos de feixes esquerdo e direito emergem do septo interventricular e vão enervar



os respectivos ventrículos, seguindo o trajecto das artérias coronárias do miocárdio (fibras de Purkinje periarteriais) (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

O estímulo eléctrico inicia-se no nódulo SA, propagando-se pelo músculo atrial, sendo transmitido para os ventrículos através do nódulo AV, seguindo depois pelas fibras de Purkinje do anel AV, feixe de His e ramos do feixe. A despolarização ventricular inicia-se subepicardialmente e espalha-se pelo miocárdio até à superfície endocárdica. Este trajecto dá-se de forma contrária à dos mamíferos, razão pela qual a polaridade do QRS é negativa em aves (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

Histologicamente, existem três tipos de células associadas a este sistema: (i) o primeiro tipo, as células marca-passo (*P-cells*), que são pequenas e de forma esférica, presentes tanto no nódulo SA como no nódulo AV e com capacidade de produzir despolarizações espontâneas; (ii) o segundo tipo, as células de transição (*T-cells*), muito mais pequenas, com menos microfibrilas do que as células do miocárdio e com uma estrutura intermédia entre as células normais do miocárdio e as fibras de Purkinje e (iii) o terceiro tipo, as fibras de Purkinje, que são células alongadas, de grande tamanho, com uma forma cubóide, contendo poucas miofibrilas. No entanto, possuem fibras longitudinais, denominados filamentos intermédios, os quais fazem parte do seu citoesqueleto e são responsáveis por manter a forma da célula aquando da contracção do miocárdio (Dzialowski & Crossley, 2014).

## **1.4. Avaliação do sistema cardiovascular**

Os sinais clínicos (Tabela 1) de doença cardiovascular em aves são, geralmente, muito inespecíficos (Jones, 2009; Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011), sendo normalmente subdiagnosticados em rapinas (Jones, 2009). Na maior parte dos casos, as afecções envolvendo este sistema são descobertas acidentalmente durante a necrópsia (Jones, 2009). O seu diagnóstico *in vivo* é bastante raro, pois é bastante comum existirem outras comorbilidades que podem mascarar os sinais cardíacos (Jones, 2009). Para além disto, as diferentes doenças cardiovasculares apresentam muita sintomatologia comum, existindo uma grande probabilidade da ocorrência de mais do que uma condição patológica ao mesmo tempo (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

A sua avaliação cardíaca pode ser desafiante (Jones, 2009; Fitzgerald & Beaufrère, 2016), dado que o elevado ritmo cardíaco dificulta detecção de sopros e arritmias, existindo também bastante dificuldade na detecção do pulso periférico (Jones, 2009). O diagnóstico de doença

cardiovascular deve iniciar-se com uma recolha cuidada da história do animal, quando existente, seguido de um exame físico metódico, devendo o clínico certificar-se que o mesmo é realizado de acordo com a estabilidade do animal. As aves que apresentem suspeita de doença cardiovascular e descompensações respiratórias ou circulatórias evidentes, devem ser sempre examinadas numa posição vertical (Jones, 2009; Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011; Fitzgerald & Beaufrère, 2016), especialmente as que necessitem de contenção, de forma a evitar possíveis comprometimentos cardio-respiratórios ou hemodinâmicos adicionais, provocados pelo posicionamento ventrodorsal (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

A avaliação cardíaca deve ser realizada em três fases. O exame à distância avalia a postura e mobilidade da ave, o seu estado mental, frequência respiratória, assim como os seus dejectos (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). O exame físico avalia o estado de hidratação e de perfusão capilar, através da coloração das membranas mucosas, tempo de repleção capilar e prega de pele. Este deve também ser acompanhado de auscultação, colocando o estetoscópio na porção cranial do esterno, mudando de posição ao longo do mesmo (Jones, 2009; Fitzgerald & Beaufrère, 2016; Lumeji & Ritchie, 2016). A auscultação é pouco sensível, dado o elevado ritmo cardíaco; no entanto, apesar de fornecer uma avaliação limitada (Lumeji & Ritchie, 2016), permite uma análise subjectiva do ritmo e sons cardíacos (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Por fim, a avaliação do sistema cardiovascular deve ser acompanhada de exames complementares de diagnóstico, a seguir descritos.

**Tabela 1** – Sinais clínicos mais comuns de doença cardiovascular das aves (Jones, 2009; Fitzgerald & Beaufrère, 2016; Lumeji & Ritchie, 2016).

Sinais clínicos	
Letargia	Caquémia
Depressão	Taquipneia
Fraqueza generalizada	Dispneia
Hiporémia	Estertores respiratórios
Dispneia	Cianose / palidez das mucosas
Intolerância ao exercício	Taquicardia
Pulso fraco	Arritmia cardíaca
Distensão celómica com ascite	Sopro à auscultação cardíaca
Edema periférico	Congestionamento venoso periférico
Alterações no estado mental	

#### 1.4.1. Meios complementares de diagnóstico

Tal como foi referido anteriormente, devido ao seu elevado ritmo cardíaco, o exame do sistema cardiovascular é bastante desafiante, devendo ser acompanhado de exames complementares (Lumeji & Ritchie, 2016), tais como a radiografia torácica, a ecocardiografia e a electrocardiografia (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011).

A ecocardiografia permite avaliar morfológica e funcionalmente o coração (Krautwald-Junghanns & Pees, 2016). Ao contrário da radiografia, que permite fazer apenas uma avaliação dos contornos externos de órgãos e de outras estruturas, a ecografia permite um acesso à estrutura interna de órgãos cavitários (Krautwald-Junghanns, 2007). No entanto, existe uma grande complementaridade entre estas duas técnicas quando aplicadas na avaliação cardíaca. Apresenta-se também como uma técnica bastante segura biologicamente, tanto para o operador como para o animal, é indolor, rápida de se executar e pode ser efectuada com o animal consciente (Krautwald-Junghanns, 2007). Todavia, em animais não habituados à manipulação ou em casos em que se preveja que o procedimento possa demorar algum tempo, o recurso à sedação pode ser útil na redução do stresse, como também facilita a sua execução (Pees & Lierz, 2009). Para além disto, a utilização do *doppler* na ecocardiografia também já foi testado. Este permite não só avaliar os padrões do fluxo sanguíneo através de um espectro de cores como também a medição da velocidade do fluxo sanguíneo nas áreas de aberturas atrioventriculares e na raiz aórtica (Krautwald-Junghanns & Pees, 2016).

O electrocardiograma apresenta-se como um exame de grande utilidade, sendo uma ferramenta indispensável na detecção e diagnóstico de arritmias (Coles, 2007; Fitzgerald & Beaufrère, 2016; Lumeji & Ritchie, 2016), alterações de condução (Coles, 2007), podendo fornecer também informações sugestivas de alterações cardíacas, tais como dilatações derivadas de hipertrofias de qualquer uma das câmaras e na monitorização de alterações nas concentrações electrolíticas durante o tratamento de doenças metabólicas que provoquem alterações do equilíbrio electrolítico (Lumeji & Ritchie, 2016). A electrocardiografia também apresenta grande utilidade na monitorização anestésica (Coles, 2007; Fitzgerald & Beaufrère, 2016); no entanto, para diagnosticar doenças cardíacas, deve ser usado em conjunto com outros exames imagiológicos (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Apesar de ser mais fácil executar uma avaliação electrocardiográfica num animal sob o efeito anestésico, pois evita a existência de erros associados ao movimento ou a tremores musculares, o clínico deve ter sempre em consideração a estabilidade do mesmo, a tolerância à manipulação e a possibilidade

da ocorrência de alterações no electrocardiograma associadas à anestesia (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). É importante referir que, à excepção de algumas espécies domésticas, existe pouca documentação acerca de valores de referência para a maioria das espécies de aves (Coles, 2007).

A angiocardiorrafia revela-se como um método de eleição para a avaliação do sistema cardiovascular de aves (Krautwald-Junghanns, Schroff & Bartels, 2011; Krautwald-Junghanns & Pees, 2016), pois permite avaliar a função e o tamanho do coração em casos em que não é possível através do ecocardiograma (Krautwald-Junghanns, Schroff & Bartels, 2011; Krautwald-Junghanns & Pees, 2016).

A endoscopia não só permite uma visualização directa do coração e dos grandes vasos, como também possibilita a colheita de fluído do pericárdio para análise citológica, bioquímica ou bacteriana (Jones, 2009).

Apesar da baixa especificidade diagnóstica, as análises hematológicas apresentam grande utilidade, pois podem fornecer informações valiosas sobre o estado geral de saúde da ave no momento em que foi efectuada a recolha de sangue (Pendl, 2016). Alterações a nível de eritrograma revelam alterações na actividade eritropoiética. Em casos de hipoxia tecidual crónica, consequente a doença cardiovascular ou respiratória ou a deficiências vitamínicas ou minerais, resulta num hematócrito elevado associado a policitemia (Pendl, 2016). Quanto às análises bioquímicas aconselhadas que permitem avaliar lesões a nível do músculo cardíaco, está recomendada a medição sérica da aspartato aminotransferase (AST), lactato desidrogenase (LDH) e creatina fosfoquinase (CPK) (Lumeji & Ritchie, 2016).

A pressão sanguínea periférica pode ser avaliada com recurso a um esfigmomanómetro e a um *cuff* de pequenos animais (Jones, 2009). A utilização do *doppler* é também aconselhada com o intuito de avaliar o pulso audível. O *cuff* pode ser colocado na região proximal do úmero ou do fémur, colocando o *doppler* distal ao mesmo (Jones, 2009).

## 1.5. Radiografia

A radiografia torácica, na prática clínica de aves, permite avaliar casos de cardiomegália resultante de causas primárias (associado a defeitos congénitos) ou secundária a infecções por Poxvirus, degenerescência mixomatosa valvular, endocardite, hemocromatose, anemia crónica ou compressão provocada por massas extrínsecas (Straub, Pees & Krautwald-Junghanns, 2002).

### 1.5.1. Preparação do animal

Ao efectuar-se um exame radiográfico, existem diversos pontos a considerar antes da sua execução, tais como: a avaliação do estado do animal, a necessidade de se efectuar jejum prévio, o recurso a anestesia e o stresse associado à manipulação e preparação do mesmo.

Em aves com sinais de dispneia acentuada ou distensão abdominal, existe um risco aumentado de colapso circulatório, sendo necessário ponderar primeiro antes de efectuar o exame. Nestes casos, é recomendado estabilizar primeiro o animal com recurso a fluidoterapia, aquecimento, oxigenoterapia (Pees, 2008). Para além destes factores, o equipamento necessário para o exame radiográfico deve estar preparado antes da sua realização, de forma a reduzir o tempo necessário para a sua execução (Pees, 2008; Silverman & Tell, 2009). O equipamento inclui o material para contenção (placas de contenção, tiras de fita adesiva), a cassete de raio X, o sistema de gases (oxigénio e anestésicos) e o vestuário de protecção do operador (avental, protector de tiróide, luvas).

Para a execução de um exame radiográfico, é aconselhável que o animal se encontre em jejum. A presença de conteúdo gástrico acaba não só por afectar o contraste radiográfico dos órgãos, pois provoca um aumento da opacidade local o que altera a aparência dos órgãos da cavidade celómica, como também pode alterar a sua posição anatómica. Outras alterações anatómicas observáveis incluem a deslocação em sentido cranial do fígado quando o ventrículo se encontra cheio, a sobreposição do proventrículo quando cheio sobre a silhueta do baço ou o aumento dos órgãos internos, presença de massas e líquido livre na cavidade celómica que podem ser mascarados pelo excesso de ingesta. Por vezes, a presença de ingesta leva a falsos diagnósticos, como hepatomegália ou cardiomegália. Não obstante estes factores, o stresse associado à manipulação e contenção do animal durante a execução do estudo aumenta o risco de regurgitação e consequente aspiração do conteúdo gástrico para as vias aéreas (Silverman & Tell, 2009).

Devido ao facto de, comparativamente aos mamíferos, as aves serem mais facilmente comprometidas pelo jejum, principalmente quando debilitadas, a decisão de se efectuar o jejum é complexa, pois deve depender do estado geral do animal e da velocidade de esvaziamento das diferentes porções do tracto gastrointestinal, que é mais rápido nestas aves (Silverman & Tell, 2009).

### **1.5.2. Contenção do animal**

A contenção ideal deve sempre assegurar não só o melhor posicionamento do animal com o mínimo de stresse possível, como também garantir a menor exposição possível do operador à radiação (Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011), em ambiente calmo, pouco ruidoso e com pouca luz, visando sempre o mínimo de tempo possível (Farrow, 2008).

Em caso de fuga durante o procedimento, a primeira preocupação será certificar que o animal se mantém confinado à sala, sem que tenha possibilidade de fuga para outras divisões. Só após este passo é que se deve proceder à recaptura. Ao recapturar o animal, deve-se sempre garantir que o processo é o menos *stressante* possível e, se possível, dar um tempo à ave para se acalmar antes de se tentar novo procedimento (Farrow, 2008).

As técnicas de contenção podem ser físicas e químicas. No que se refere à contenção física, pode ser manual, com recurso a placas de contenção com placas de acrílico (Plexiglas®), ou com recurso a tiras de adesivo, fixando o animal directamente à mesa ou à cassette (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011; Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011). As placas de contenção de acrílico (Plexiglas®) não devem ultrapassar os 5 mm de espessura, visto que a qualidade da imagem poderá ficar comprometida se a placa radiográfica for muito espessa (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). De forma a garantir um posicionamento correcto da cabeça, é necessário recorrer a placas de contenção para esse efeito, sendo estas adaptáveis ao tamanho da área cervical do animal (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). Os membros devem ser presos à placa com fitas ou tiras de pele que tenham pelo menos 3-5 mm de grossura, visto que, caso sejam mais finos, poderão causar lacerações (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). Em aves mais pequenas, com peso vivo inferior a 100 g, a contenção pode ser efectuada com recurso a tiras de fita adesiva (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011), fixando a ave directamente à placa ou à mesa de raio X. Nesta situação, o operador deve ter em conta ao tipo fita que usa para prender a ave à placa, pois a sua cola poderá danificar as penas e pele ao ser retirada (Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011). A utilização desta técnica encontra-se contra-indicada em animais críticos ou que apresentem depressão respiratória e/ou circulatória. Nestes casos, o operador não

se encontra em contacto directo com o animal durante o procedimento, sendo improvável que reconheça uma possível deterioração do animal durante o estudo (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011), sendo recomendável a contenção manual. Um animal debilitado pode ser colocado rapidamente para a sua posição vertical, visto que com a fixação em placa ou à mesa, com tiras de fita, o animal necessita de ser libertado primeiro. Esta técnica também se encontra indicada em animais que apresentem um peso vivo superior a 1000 g (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011).

Em ambos os casos, a ave poderá debater-se devido ao desconforto provocado pelo posicionamento não-fisiológico necessário, o que poderá comprometer a sua qualidade (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). De forma a evitar esta situação, é aconselhável recorrer-se à sua sedação (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). Relativamente à selecção do protocolo a utilizar, a sedação volátil apresenta-se como a melhor opção, devido à rapidez da sua execução. A sedação parenteral requer sempre diversos procedimentos necessários para a sua utilização como pesagem do indivíduo, a monitorização pós-anestésica e possíveis reacções anafiláticas aos agentes químicos (Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011).

A sedação tem a vantagem de minimizar o risco de fracturas iatrogénicas, permite insuflar os sacos aéreos com recurso a pressão positiva através da intubação, diminui o risco de aparecimento de artefactos associados ao movimento e facilita o estudo radiográfico de determinadas zonas anatómicas, como a cabeça (Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011). A principal desvantagem da utilização desta técnica cinge-se à sua contraindicação em aves debilitadas (Silverman & Tell, 2009) e submetidas a estudos radiográficos de contraste do sistema digestivo, dado que os agentes anestésicos provocam uma diminuição do peristaltismo do tracto gastrointestinal (Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011).

### **1.5.3. Condicionantes**

Por vezes, a interpretação da imagem radiográfica pode ser desafiante, pois exige alguma experiência por parte do operador no que se refere às técnicas de posicionamento, configuração do aparelho radiográfico e à própria interpretação da imagem radiográfica, assim como a conhecimentos anatómicos e fisiológicos das aves, cujas características são muito variáveis entre as diferentes espécies (Farrow, 2008; Pees, 2008; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). Quanto menor é o animal, maior o grau de dificuldade no que conta à aplicação de técnicas, quer pela inexistência de aparelhos de contenção, quer pela exigência da qualidade do aparelho radiográfico. Tal como referido anteriormente, o operador deverá

optar por conter o animal à mesa ou à cassete com tiras de adesivo (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011; Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011). Caso se apresente debilitado, poderá optar-se pela colocação do animal dentro de uma caixa descartável de cartão, limitando os seus movimentos. A principal condicionante nesta situação será a sobreposição dos membros sobre a cavidade celómica, limitando a visualização deste campo (Farrow, 2008).

#### **1.5.4. Técnica radiográfica**

O estudo radiográfico necessita de duas projecções ortogonais, a não ser que o indivíduo se encontra comprometido, ou caso exista grande probabilidade de agravamento do seu estado geral associado à sua manipulação ou sedação (Silverman & Tell, 2009).

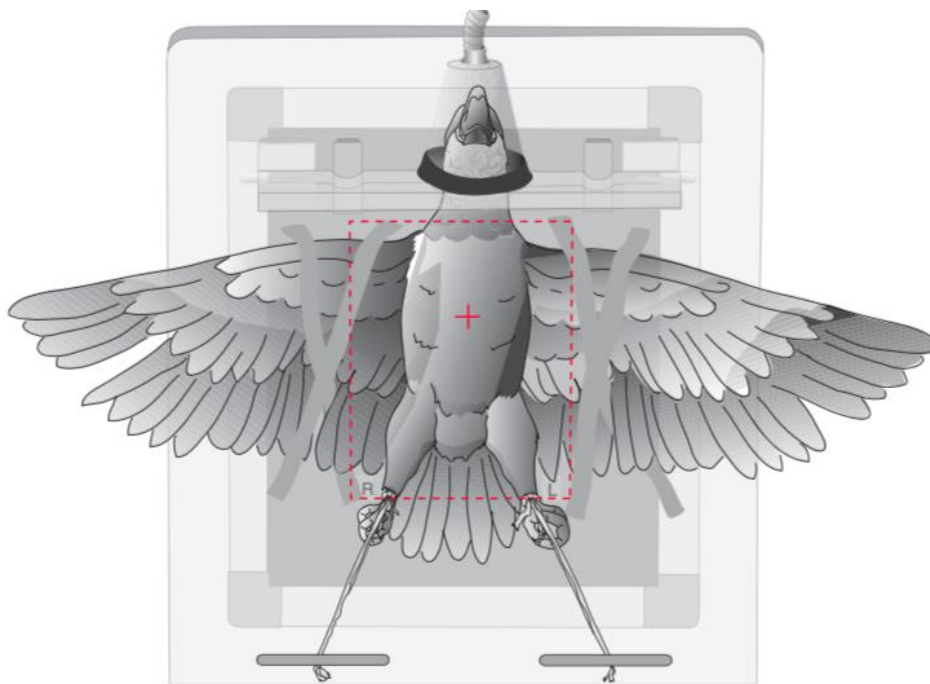
A qualidade do diagnóstico vai depender sempre de dois factores: do detalhe radiográfico e do posicionamento (Farrow, 2008). Um posicionamento correcto é essencial para uma boa avaliação, pois a mínima rotação distorce a disposição anatómica dos órgãos, o que poderá levar à incorrecta interpretação da imagem radiográfica (Silverman & Tell, 2009).

As projecções padrão indicadas para estudo da cavidade celómica são a projecção ventrodorsal (VD) e a projecção laterolateral (LL) (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011; Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011).

##### **1.5.4.1. Projecção ventrodorsal**

Na projecção ventrodorsal, o animal é colocado em decúbito dorsal, sendo a cabeça colocada em posição rostródorsal, devendo o operador assegurar-se que esta não é esticada demais, de forma a garantir que o animal consiga manter as funções respiratórias normais (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). Seguidamente, procede-se à extensão dos membros pélvicos em sentido caudal (quando se encontram na posição ventrodorsal, as aves expressam o comportamento natural de juntar esses membros ao corpo (Pees, 2008)). Esta acção visa eliminar este comportamento, retirando os membros do campo em estudo. As asas são seguidamente esticadas em sentido lateral, de forma paralela, certificando-se também que não ficam sobrepostas ao campo. De seguida, verifica-se se o esterno (quilha) se encontra paralelo à coluna vertebral, de forma a que estas duas estruturas se apresentem justapostas na imagem radiográfica. A quilha serve também como “ponto de foco” do feixe primário (Silverman & Tell, 2009). Por fim, há que considerar sempre a simetria em ambos os lados do corpo do animal, de forma a garantir uma avaliação correcta das estruturas anatómicas pares existentes.

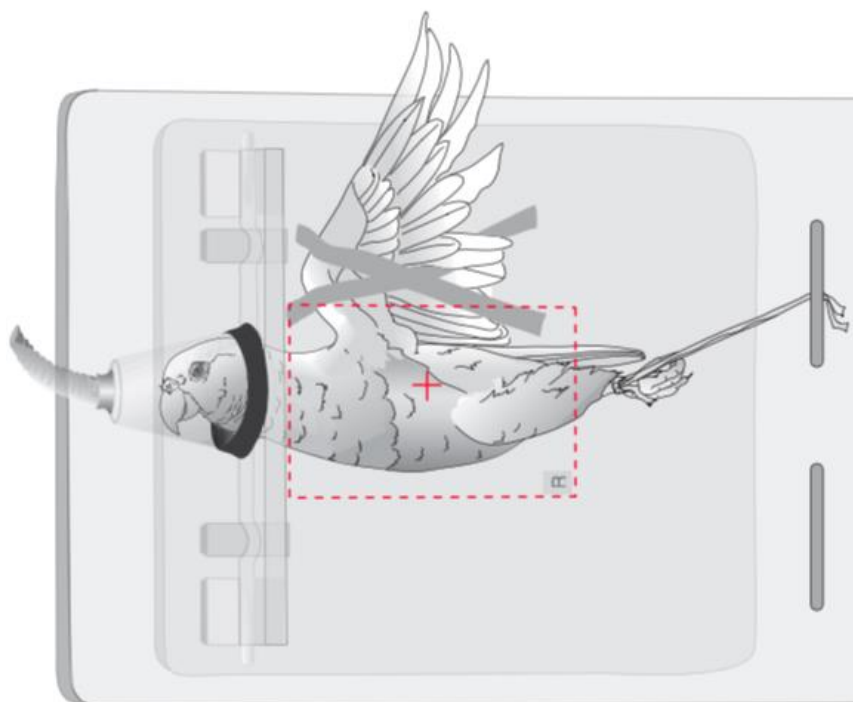




**Figura 7** – Técnica de contenção para posicionamento de estudo radiográfico ventrodorsal com recurso a placas de contenção. (Adaptado de Silverman & Tell, 2009).

#### **1.5.4.2. Projecção laterolateral**

O animal é colocado em decúbito lateral direito, posicionando a cabeça primeiro e, de seguida, esticando gentilmente o corpo e os membros posteriores em sentido caudoventral, de forma a diminuir a curvatura do pescoço, assegurando-se que os últimos não ficam sobrepostos à cavidade celómica (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011). A sua mobilização pode ser obtida prendendo os membros à mesa ou à cassete com tiras de fita adesiva ou com tiras de gaze (Silverman & Tell, 2009) ou manualmente (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011) colocando os membros entre os dedos do operador (Silverman & Tell, 2009). Os membros devem encontrar-se o mais paralelos possível, visando sempre evitar possíveis distorções radiográficas associadas à rotação do corpo (Silverman & Tell, 2009). Seguidamente, as asas devem ser esticadas em sentido dorsal, de forma a minimizar a sua sobreposição sobre a região cranial da cavidade celómica (Pees, 2008; Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011), especialmente na área referente ao parênquima pulmonar (Silverman & Tell, 2009). Para garantir o mínimo de rotação, estas devem ser imobilizadas manualmente com o antebraço, imobilizando a cabeça com a mão (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011), ou coladas individualmente à mesa ou à cassete com fita adesiva na zona do carpo (Silverman & Tell, 2009).



**Figura 8** – Técnica de contenção para posicionamento de estudo radiográfico laterolateral com recurso a placas de contenção. (Adaptado de Silverman & Tell, 2009).

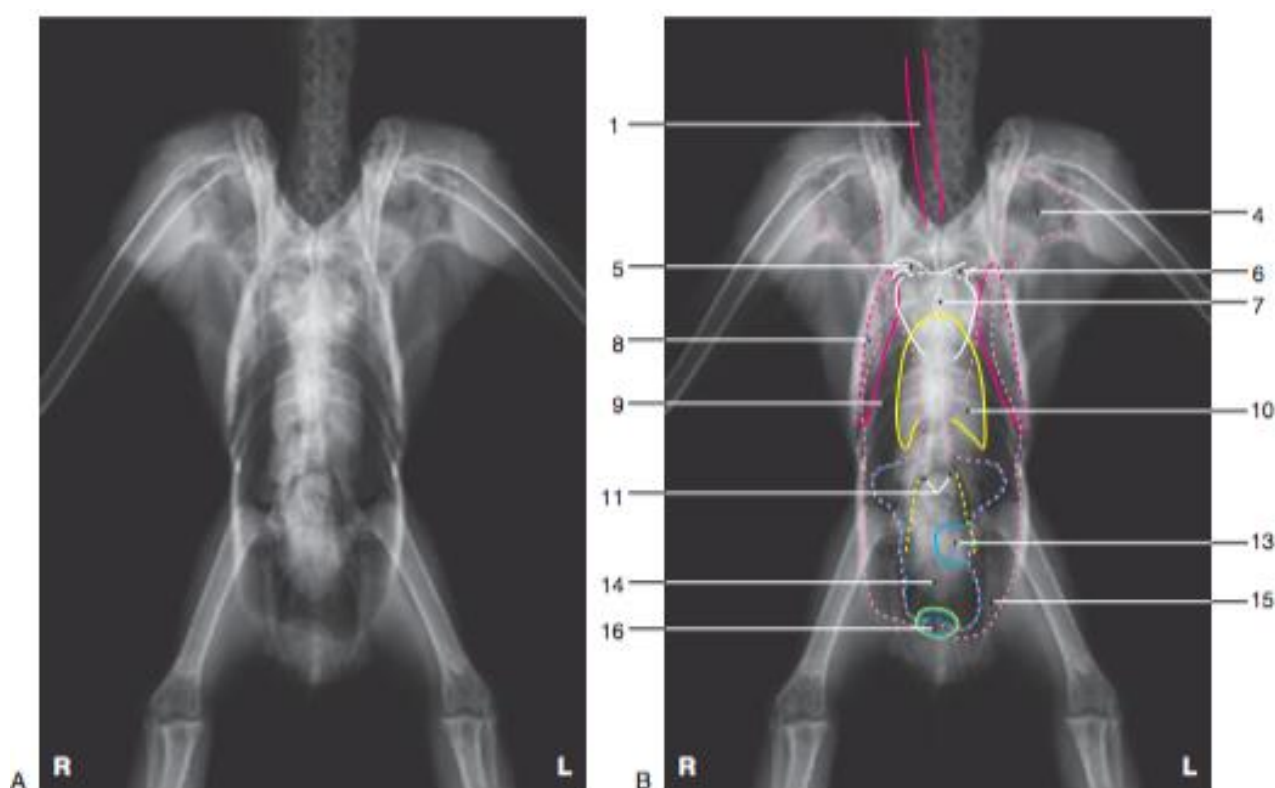
### 1.5.5. Anatomia radiográfica

Muitas doenças são multi-sistémicas, sendo importante efectuar uma interpretação da totalidade da imagem radiográfica (McMillan, 1994; Krautwald-Junghanns, 2007). A distorção provocada por um mau posicionamento conduz sempre à subestimação de determinadas doenças e a diagnósticos errados. Um erro comum constante ocorre quando o clínico se fixa numa lesão óbvia, não considerando pequenas alterações que podem ser significativas (Krautwald-Junghanns, 2007).

#### 1.5.5.1. Silhueta visceral central

A silhueta visceral central refere-se ao contorno do coração parcialmente sobreposto pelos lobos hepáticos na projecção VD (Farrow, 2008). Devido à sobreposição dos lobos hepáticos sobre o ápice cardíaco, a silhueta radiográfica dos dois órgãos assemelha-se a uma ampulheta, sendo denominada de cintura cardiohepática (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). No entanto, as outras vísceras podem também contribuir para esta forma (Farrow, 2008). Alterações na silhueta cardiohepática e, em particular, de tamanho desproporcional, têm sido utilizadas como um indicador radiográfico de doença (Farrow, 2008). Por exemplo, se a silhueta cardíaca estiver desproporcionalmente grande, poderá ser

indicativo de cardiomegália, de doença cardíaca ou de doença pericárdica. No entanto, é conveniente distinguir se o aumento da silhueta cardíaca resulta de uma diminuição da silhueta hepática, sugerindo neste caso doença hepática. Por outro lado, dada a variabilidade de alterações relacionadas com o tamanho do coração e fígado de aves, bem como a influência das vísceras circundantes, especialmente o proventrículo, a análise da silhueta central é pouco fiável (Farrow, 2008). As figuras 9 e 10 ilustram a interpretação das estruturas anatómicas que podem ser observadas numa radiografia em projecção ventrodorsal e laterolateral de um exemplo de espécie rapina nocturna.



**Figura 9** – Radiografia em projecção VD de um bufo americano (*Bubo virginianus*).

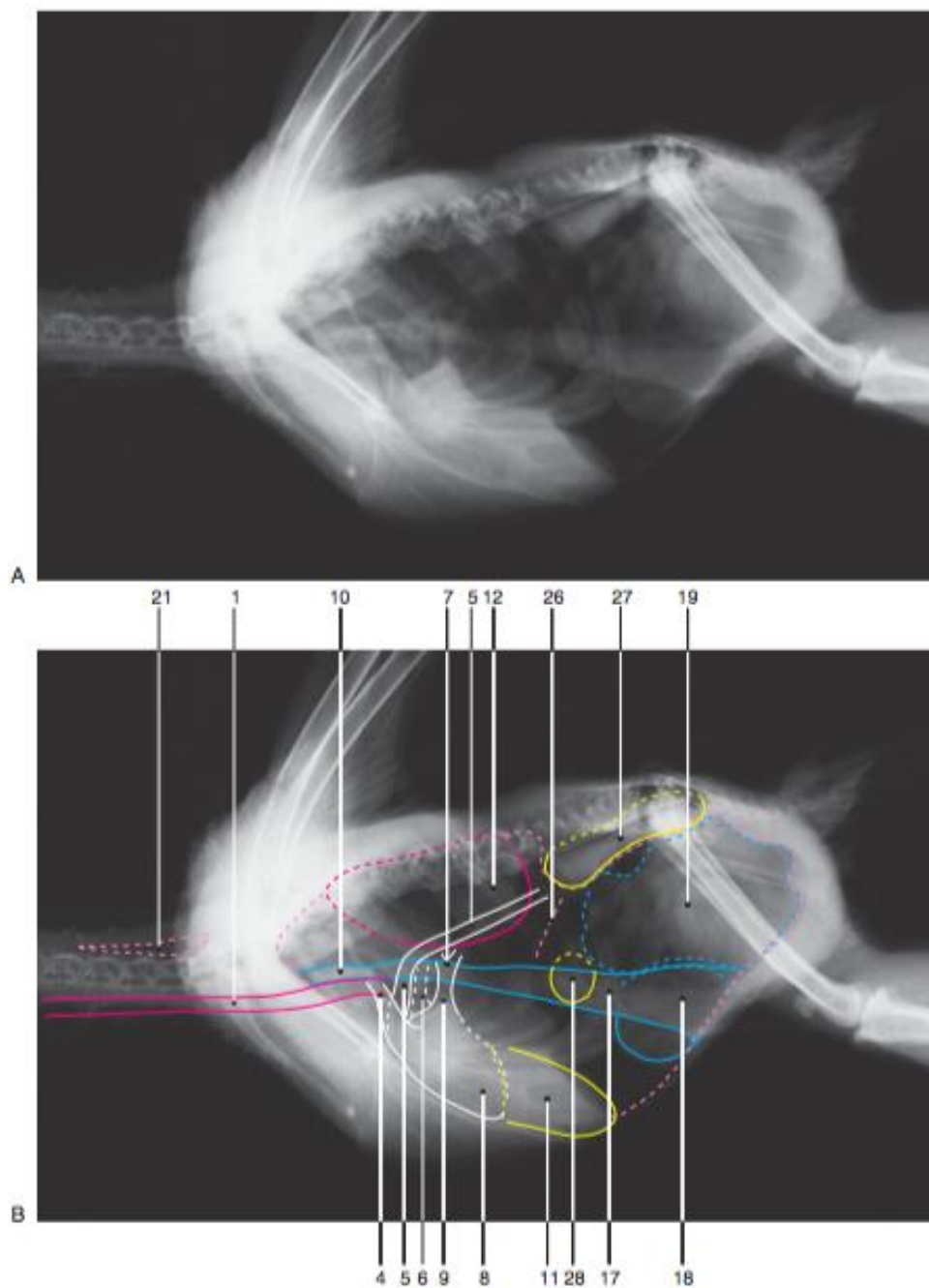
A – Imagem sem alteração; B – Representação esquemática das estruturas anatómicas.

Legenda: 1. Traqueia; 2. (Saco aéreo cervical); 3. (Papo); 4. Saco aéreo clavicular;

5. Artéria braquiocefálica e aorta; 6. Vaso da base do coração; 7. Coração; 8. Pulmão;

9. Saco aéreo torácico; 10. Fígado; 11. Rins; 12. (Proventriculo); 13. Ventrículo; 14. Intestinos;

15. Saco aéreo abdominal; 16. Cloaca. (Adaptado de Silverman & Tell, 2009).



**Figura 10** – Radiografia em projecção LL de um bufo americano (*Bubo virginianus*).

A – Imagem sem alteração. B – Representação esquemática das estruturas.

Legenda: 1. Traqueia; 2. Papo; 3. Artéria braquicefálica e aorta; 4. Artéria Braquiocefálica; 5. Aorta; 6. Artéria pulmonar; 7. Veia Pulmunar; 8. Coração; 9. Átrio esquerdo; 10. Esófago; 11. Fígado; 12. Pulmão; 13. (Siringe); 14. (Gónada); 15. (Ovário); 16. (Testículo); 17. Proventrículo; 18. Ventrículo; 19. Intestinos; 20. (Cloaca); 21. Saco aéreo cervical; 22. (Saco aéreo clavicular); 23. (Saco aéreo torácico); 24. (Saco aéreo abdominal); 25. (Ápice cardíaco); 26. Interface entre sacos aéreos caudal e abdominal; 27. Rins; 28. Baço. (Adaptado de Silverman & Tell, 2009).

### **1.5.5.2. Silhueta cardíaca**

O coração está situado na porção cranioventral da cavidade celómica (Pees, 2008), entre a 2.<sup>a</sup> e a 5.<sup>a</sup> ou 6.<sup>a</sup> costelas (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). A sua base direcciona-se em sentido craniodorsal, enquanto que o seu ápice encontra-se junto ao esterno, junto à silhueta hepática (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011).

A silhueta cardíaca é visível em ambas as projecções, sendo a projecção LL a mais indicada para avaliar os grandes vasos (Pees, 2008). A avaliação da silhueta cardíaca e dos grandes vasos deve incluir a análise de vários factores, como a posição, dimensão, forma e alterações na radiopacidade (Krautwald-Junghanns, 2007).

### **1.5.5.3. Alterações na silhueta cardíaca**

As alterações na simetria da silhueta cardíaca têm que ser substanciais para serem evidentes na radiografia convencional (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). Aumentos da silhueta cardíaca são, muitas vezes, associados a casos como efusão do pericárdio, hipertrofia do miocárdio, dilatações cardíacas, massas no miocárdio ou no pericárdio, alterações congénitas ou a dilatações associadas a aneurismas (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011; Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Uma silhueta cardíaca arredondada pode ser sugestivo de efusão pericárdica, mas uma confirmação precisa e diferenciação de possíveis etiologias só é possível através de ecocardiograma (Fitzgerald & Beaufrère, 2016). Em comparação, um aumento da silhueta cardíaca pode ser sugestivo de hipertrofia ou dilatação cardíaca. A hipertrofia cardíaca está muitas vezes associada a doença respiratória crónica, sendo considerada como uma alteração secundária (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). No entanto, um aumento da silhueta, acompanhado ou não de um aumento da sua radiopacidade, está mais associado a efusão pericárdica, pericardite, epicardite ou até mesmo à deposição de placas de gordura em indivíduos obesos (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). A diferenciação entre hipertrofia, dilatação ou efusão pericárdica não é possível através de raio X, pelo que é aconselhado completar os estudos com ecocardiograma seguidamente ao estudo radiográfico. Com o ecocardiograma, é possível não só avaliar todas as camadas do miocárdio como também o pericárdio e possíveis alterações valvulares (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). Um aumento da radiopacidade ou da curvatura dos grandes vasos pode ser sugestivo, mas não conclusivo, de arteriosclerose (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

Casos em que a silhueta cardíaca se encontra diminuída, denominado de microcardia, estão muitas vezes associados a indivíduos gravemente desidratados. A silhueta cardíaca aparece evidentemente diminuída, com o coração separado do esterno (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011). Apesar da visualização do ápice do coração ser normal em algumas espécies de psitacídeos, nas restantes espécies poderá ser indicativo de ruptura de um dos sacos aéreos torácicos. A presença de um halo de ar em torno do coração acaba por funcionar como contraste, evidenciando a totalidade da silhueta cardíaca (Krautwald-Junghanns, Pees & Schroff, 2011).

Para além das alterações da silhueta cardíaca, existem outras alterações visíveis ao raio X que podem ser observadas em casos de insuficiência cardíaca congestiva, tais como: aumento da silhueta hepática, a ocorrência de um deslocamento do tracto gastrointestinal adjacente em sentido craniodorsal, aumento da radiodensidade do parênquima pulmonar, compressão dos sacos aéreos intracelómicos ou perda de detalhe da cavidade celómica associado a ascite (Fitzgerald & Beaufrère, 2016).

## **1.6. Estudos morfométricos da silhueta cardíaca e torácica em aves**

Straub e colaboradores (2002) mediram o rácio da silhueta cardíaca de várias espécies de psitacídeos (*Psittacus erythacus*, *Poicephalus senegalensis* e *Amazona amazonica*), comparando a sua largura com a largura máxima do tórax e com a largura do coracóide. Estes autores comprovaram existir uma forte correlação positiva entre a largura da silhueta cardíaca com a largura do tórax dos psitacídeos.

No estudo de Barbon e colaboradores (2010), foi avaliada a largura da silhueta cardíaca de quatro espécies de rapinas (*Parabuteo unicinctus*, *Falco peregrinus*, *Falco cherrug* e *Falco biarmicus*) em comparação com a largura do tórax e a largura do coracóide, na projecção VD, correlacionando-se ainda o comprimento da silhueta cardíaca com o comprimento do esterno, na projecção LL.

Lumeij e colaboradores (2011) mediram, em radiografias VD, a relação da largura da silhueta cardíaca com a largura do tórax e a largura do esterno de 100 *Falco peregrinus*, comparando os resultados tanto em respiração espontânea, como em insuflação por pressão positiva.

Concluíram que a largura do esterno não apresentava qualquer alteração de tamanho, ao contrário da largura do tórax, o que poderia de certa forma influenciar mensurações futuras.

Velayati e colaboradores (2015) mensuraram em radiografias obtidas na projecção VD a largura do coração, tórax e do sinsacro de periquito-comum (*Melopsittacus undulatus*), assim como distância entre clavículas e entre a terceira e quarta costelas. As projecções LL dos mesmos animais foram também analisadas, mas as imagens radiográficas apresentavam sempre sobreposição do esterno, proventrículo e dos lobos hepáticos sobre o coração, o que tornava impossível qualquer tipo de avaliação da silhueta cardíaca neste plano.

Lopes (2015) efectuou o mesmo tipo de avaliação em águias de Bonelli (*Aquila fasciata*), avaliando, em projecção VD, a largura da silhueta cardíaca, tórax, coracóide e da silhueta hepática. Mais recentemente, Sousa e seus colaboradores (2016) executaram o mesmo procedimento em búteo-comum (*Buteo buteo*), avaliando em projecção VD a largura da silhueta cardíaca, do tórax e a largura do coracóide, enquanto que na LL mediram o comprimento do coração e do esterno. Os valores obtidos nestes estudos estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores médios dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e as larguras do tórax, em radiografias em projecção ventrodorsal de várias espécies de aves.

Espécie	Média	Desvio Padrão	Intervalo de confiança	Ref. bibliográfica
Papagaio africano	56	4	54-57	Straub <i>et al.</i> , 2002
Papagaio do Senegal	57	4	54-61	Straub <i>et al.</i> , 2002
Amazonas	54	3	51-57	Straub <i>et al.</i> , 2002
Bútio de Harris	57	1	54-60	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Falcão peregrino	68	1	66-74	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Falcão sacre	68	1	66-72	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Lanário	68	2	65-72	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Periquito comum	62	3	55-70	Velayati <i>et al.</i> , 2015
Águia de Bonelli	53	2	81-93	Lopes, 2015
Búteo comum	51	2,8		Sousa <i>et al.</i> , 2016

## 1.7. Objetivos

O presente estudo compreendeu os seguintes objetivos:

1. Determinação dos valores de referência para a silhueta cardíaca de coruja-do-mato (*Strix aluco sylvatica*);
2. Determinar a possível correlação entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre as escápulas, nas radiografias em projecção ventrodorsal (VD);
3. Determinar a possível correlação entre a largura da silhueta cardíaca e o tamanho do coracóide, nas radiografias em projecção laterolateral (LL).



## 2. Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no Centro de Recuperação de Animais Selvagens (CRAS) do Hospital Veterinário da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (HV-UTAD), em Vila Real (Portugal).

### 2.1. Animais estudados

A população estudada incluiu todas as corujas-do-mato (*Strix aluco sylvatica*) atendidas no CRAS no período de 2011 a 2016 e que foram alvo de estudo radiográfico em uma ou ambas as projecções ortogonais referidas, totalizando 96 animais. Nas fichas clínicas destes animais, foi possível consultar o motivo do internamento, o diagnóstico, o género, a idade e o peso vivo.

### 2.2. Exame radiográfico

O equipamento radiográfico utilizado para a obtenção das imagens radiográficas incluiu o gerador de raios X Phillips Optimus 80 e o sistema de digitalização indirecta Fujifilm FCR Prima.

As imagens estudadas foram obtidas utilizando 40 quilovolts (kV), 4 miliamperes (mA), uma distância foco-filme de aproximadamente 1 m e com um tempo de exposição não-superior a 0,05seg.

A contenção dos animais foi executada sem recurso a anestesia. Optou-se pela contenção manual, devido à sua rapidez de execução e visto ser uma espécie de pequeno/médio porte. Ainda assim, todos os materiais referentes à realização do exame e contenção da ave, incluindo a própria anestesia, estavam sempre preparados e antecipadamente disponíveis, caso fossem necessários para a execução das radiografias.

Durante o procedimento, a ave foi colocada em decúbito dorsal e lateral direito sobre a placa de imagem que se encontrava sobre a mesa (*table top*). Esta técnica permite reduzir ao máximo a distância entre o animal e a cassete e, subsequentemente, minimizar artefactos como a ampliação (Ginja, Jesus & Ferreira, 2008).

Tal como referido anteriormente, de forma a assegurar um posicionamento correcto em ambas as projecções, aplicaram-se as técnicas de posicionamento descritas

na bibliografia consultada (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011; Krautwald-Junghanns & Trinkaus, 2011). Na projecção VD, efectuou-se uma ligeira extensão da cabeça e membros pélvicos, a primeira em sentido cranial e os segundos em sentido caudal. Na projecção LL, os animais foram colocados em decúbito lateral direito, posicionando-se a cabeça primeiro, esticando de seguida, gentilmente, o corpo e os membros pélvicos em sentido caudoventral, de forma a diminuir a curvatura do pescoço (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011), assegurando-se que os últimos não ficavam sobrepostos à cavidade celómica (Silverman & Tell, 2009; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2011).

### **2.3. Critérios de exclusão**

Foram excluídos todos os animais que apresentavam sinais evidentes de rotação na imagem radiográfica em ambas as projecções radiográficas e que não permitiam efectuar uma medição correcta dos parâmetros em estudo. Os animais com indicação de terem sinais de doença cardiovascular secundária a doenças primárias noutros sistemas ou com sinais de doença cardiovascular primária, tais como dispneia ou intolerância ao exercício (este último não inclui animais com doença ortopédica), bem como alterações laboratoriais nas análises hematológicas e bioquímicas, foram também alvo de exclusão.

### **2.4. Critérios de inclusão**

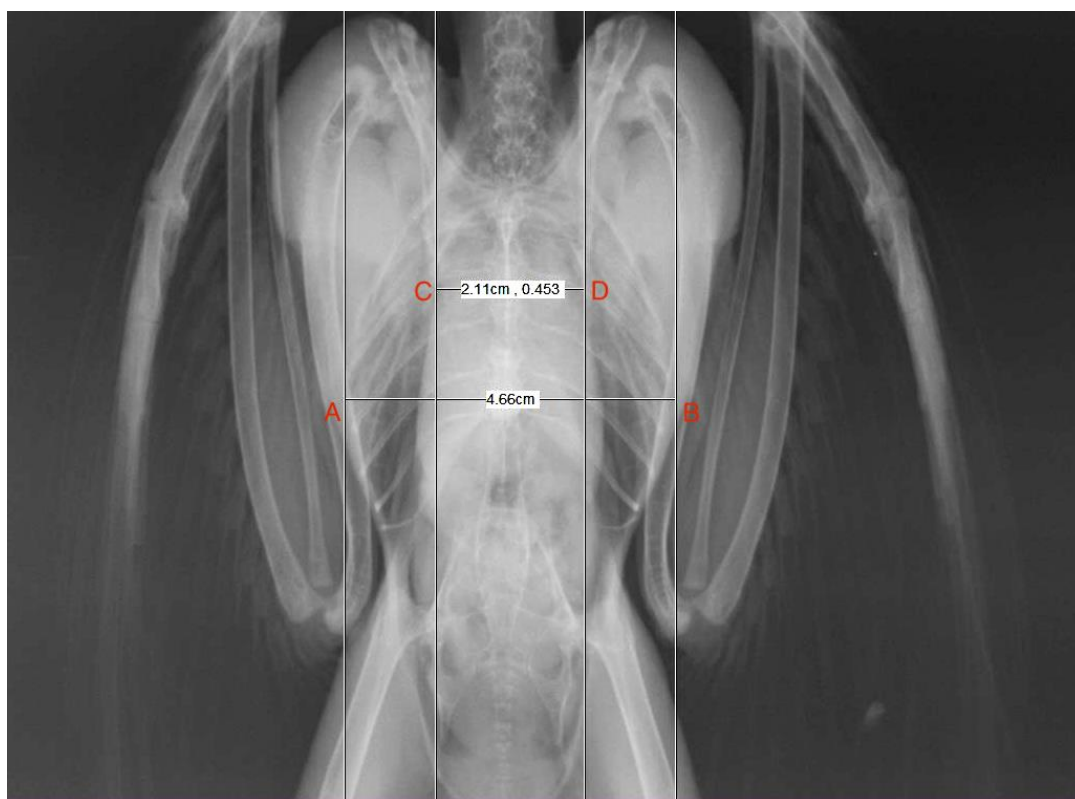
Na amostra estudada foram incluídos todos os animais que apresentavam um posicionamento correcto, cuja imagem radiográfica era passível de ser avaliada. Na projecção VD, consideraram-se todos os animais que apresentavam as escápulas simétricas e uma sobreposição correcta do esterno sobre a coluna. Na projecção LL, foram considerados todos os animais que apresentavam uma sobreposição correcta dos coracóides e da fossa acetabular.

## 2.5. Análise morfométricas das radiografias torácicas

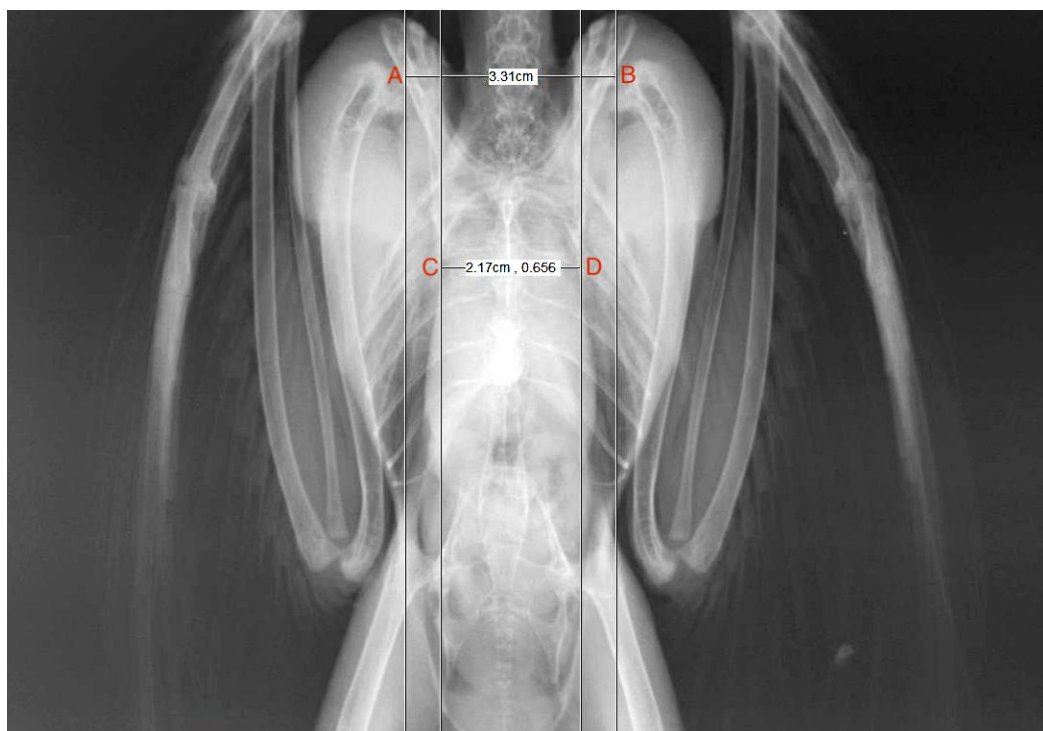
As medições das imagens radiográficas foram efectuadas com recurso ao programa informático do equipamento de digitalização Fujifilm FCR Prima, utilizando as ferramentas de medida “CTR” na projecção VD e a ferramenta de medições – régua – na projecção LL. Em todas as imagens radiográficas foram efectuadas três medições consecutivas, de forma a aumentar a robustez da amostra.

Nas radiografias em projecção VD, foram efectuadas duas medições: (i) medição da silhueta cardíaca e do tórax, ambos no seu ponto mais amplo e (ii) medição da silhueta cardíaca e a distância entre as duas escápulas, na zona imediatamente caudal à superfície de articulação com o úmero (Figuras 11 e 12).

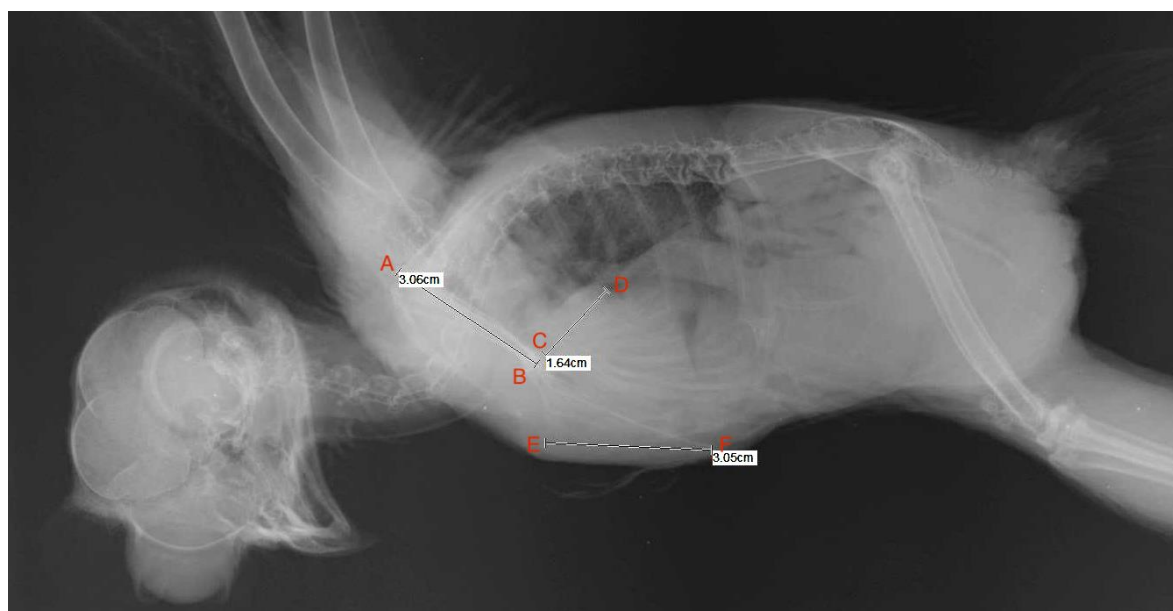
Nas radiografias em projecção LL, foram efectuadas as medições da (i) amplitude da silhueta cardíaca, (ii) tamanho do coracóide e (iii) tamanho do esterno (quilha) (Figura 13).



**Figura 11** – Radiografia em projecção VD de um dos exemplares estudados de *Strix aluco sylvatica*, exemplificando os pontos da primeira medição efectuada neste estudo (coração e tórax). A largura do tórax é medida entre A e B (tangente ao contorno do tórax) e a largura da silhueta cardíaca é medida entre C e D (tangente ao contorno da silhueta cardíaca).



**Figura 12** – Radiografia em projecção VD de um dos exemplares de *Strix aluco sylvatica*, exemplificando os pontos da segunda medição efectuada neste estudo (coração e distância entre escápulas). A largura da distância entre escápulas é medida entre A e B e a largura da silhueta cardíaca é medida entre C e D (tangente ao contorno da silhueta cardíaca).



**Figura 13** – Radiografia em projecção LL de um dos exemplares de *Strix aluco sylvatica*, exemplificando os pontos medidos nesta projecção (coração, coracóide e esterno). O comprimento do coracóide é medido entre A e B, a largura da silhueta cardíaca é medida entre C e D e o comprimento do esterno é medido entre E e F.

## 2.6. Análise estatística

As variáveis analisadas foram as medidas obtidas em ambas as projecções, bem como os rácios entre elas. Na projecção VD, mediram-se os rácios entre a largura da silhueta cardíaca e do tórax e entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre as escápulas. Na projecção LL, avaliaram-se os rácios entre a silhueta cardíaca e o comprimento do coracóide e entre a silhueta cardíaca e o tamanho do esterno.

A estatística descritiva e inferencial destes dados foi realizada recorrendo ao programa informático SPSS versão 22.0 (IBM-SPSS, EUA). A estatística descritiva baseou-se em medidas de tendência central. Tendo em conta a normalidade dos dados, utilizaram-se testes paramétricos no processo de estatística inferencial (Friedrichs *et al.*, 2010). O intervalo de confiança escolhido foi de 95%.

O coeficiente de correlação Pearson ( $r$ ) foi utilizado para testar a correlação entre a largura da silhueta cardíaca e as restantes referências anatómicas.

## 3. Resultados

### 3.1. Descrição da amostra

Alguns dos animais tinham diagnóstico de afecções em outros sistemas, no entanto, nenhum apresentava patologia cardiovascular secundária ou primária. Outros critérios concretos de selecção não foram considerados, visto que grande parte das imagens foram recolhidas retrospectivamente. Factores como o género, a condição corporal e a idade não foram considerados para análise neste estudo, apesar de reconhecer-se que poderiam ter contribuído na interpretação dos resultados. No caso do género, foi difícil identificá-lo, devido à inexistência de dimorfismo sexual e à amostra ser antiga e sem possibilidade de efectuar celioscopia ou testes genéticos. A condição corporal não foi possível de se consultar nos registos clínicos e a idade é de difícil determinação, com exatidão, nesta espécie.

Da população inicial de 96 animais, apenas 66 (68,7%) tinham registos radiográficos disponíveis. De entre estes, apenas 37 aves tinham imagens radiográficas passíveis de serem avaliadas em uma ou em ambas as projecções (Tabela 3).

**Tabela 3** – Número total de indivíduos seleccionados por ano e por projecção radiográfica.

Ano	Número total de animais	Projecções VD seleccionadas	Projecções LL seleccionadas
2011	10	9	4
2012	4	4	2
2013	5	5	3
2014	4	4	2
2015	6	6	2
2016	8	8	4
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>17</b>

Tal como referido anteriormente, cada estudo radiográfico foi submetido a 3 medições, sendo assim o N da amostra igual a 218 medições. A unidade estatística usada foi a medição e não o animal, o que permitiu um maior poder de análise e uma diminuição do erro associado às medições.

Ao analisarem-se os dados recolhidos, verificou-se que 23 animais (61% da amostra) apresentavam “Queda de Ninho” como causa de ingresso. Para efeitos dos objectivos deste estudo, é importante perceber se existiriam diferenças significativas entre as diferentes medidas anatómicas nos animais atendidos por terem caído dos ninhos e nos atendidos por outras causas, pois são animais que apresentam uma diferença de idade significativa.

Através de teste-t para amostras independentes, foi encontrada uma diferença significativa entre a medida do tórax e a medida da escápula, mas as diferenças absolutas parecem suficientemente pequenas para não porem em causa os objectivos do estudo (diferença no tórax = 0,202 cm,  $p < 0,001$  // diferença na escápula = 0,411 cm,  $p < 0,001$ ). Não se tendo encontrado diferenças significativas entre os dois grupos, assume-se a sua semelhança, contribuindo ambos para a análise global. Foi ainda verificada a normalidade dos dados através de teste de Shapiro-Wilk.

**Tabela 4 –** Resultados dos teste-t para amostras independentes relativos às medições para os grupos “queda de ninho” e “outra causa”. As primeiras quatro medições referem-se à projecção VD e as três últimas à projecção LL.

Estruturas	Causa de ingresso	Média	Desvio padrão	p
<b>Coração</b>	Queda de ninho	2,14095	0,159077	0,295
	Outra	2,10417	0,180782	
<b>Tórax</b>	Queda de ninho	4,64270	0,348486	<0,001
	Outra	4,84500	0,204360	
<b>Coração</b>	Queda de ninho	2,13433	0,149012	0,087
	Outra	2,07889	0,156694	
<b>Escápula</b>	Queda de ninho	3,29100	0,407093	<0,001
	Outra	3,70167	0,287168	
<b>Coracóide</b>	Queda de ninho	3,09875	0,249370	0,693
	Outra	3,12185	0,161365	
<b>Coração</b>	Queda de ninho	1,43042	0,162279	0,980
	Outra	1,42926	0,167652	
<b>Esterno</b>	Queda de ninho	3,48542	0,533145	0,603
	Outra	3,42963	0,143995	

### 3.1. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax em projecção ventrodorsal

Na Tabela 5, pode verificar-se que a média  $\pm$  desvio padrão da largura da silhueta cardíaca foi de  $2,128 \pm 0,167$  cm, a qual apresentou um valor mínimo de 1,720 cm e um valor máximo de 2,520 cm. Já em relação ao tórax, a largura medida foi de  $4,716 \pm 0,318$  cm, tendo como mínimo 4 cm e valor máximo 5,380 cm.

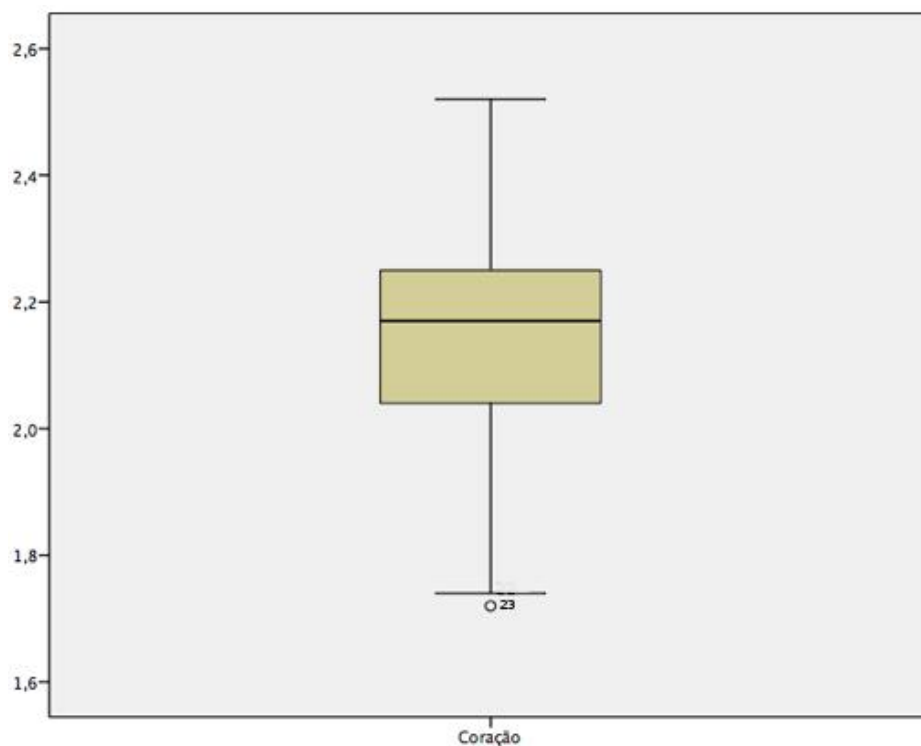
**Tabela 5** – Resultados da análise estatística descritiva e inferencial dos valores da largura da silhueta cardíaca, da largura do tórax e do rácio silhueta cardíaca/tórax (CT) medidas em imagens radiográficas em projecção ventrodorsal.

		Largura da silhueta cardíaca	Largura do tórax	Rácio CT
Média		2,128	4,716	0,452
I.C. 95% Média	Mínimo	2,094	4,653	0,445
	Máximo	2,161	4,780	0,460
Mediana		2,170	4,720	0,453
Variância		0,028	0,101	0,002
Desvio padrão		0,167	0,318	0,039
Mínimo		1,720	4,000	0,358
Máximo		2,520	5,380	0,558

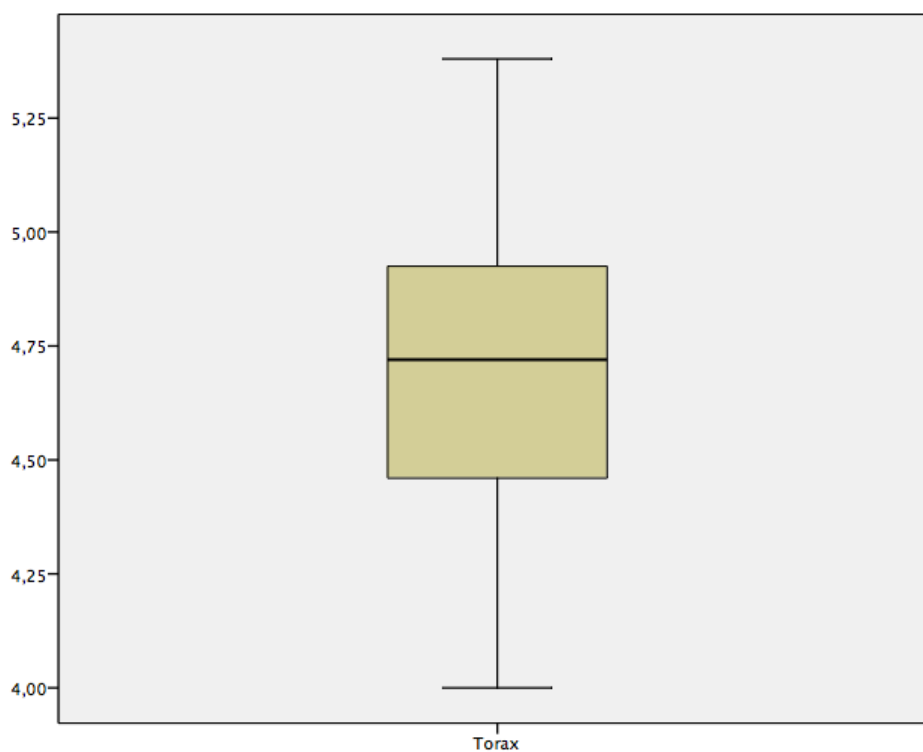
Foi também determinada a existência de uma correlação significativa ( $r = 0,331$ ,  $p = 0,001$ ) entre as medidas do tórax e do coração. A existência desta correlação sugere a possibilidade de se estabelecer um rácio entre as duas medidas, também patente na Tabela 5.

Assim sendo, os resultados do presente estudo para esta medição sugerem que, em corujas-do-mato saudáveis, a largura da silhueta cardíaca constitui entre 36 a 56% da largura do tórax.

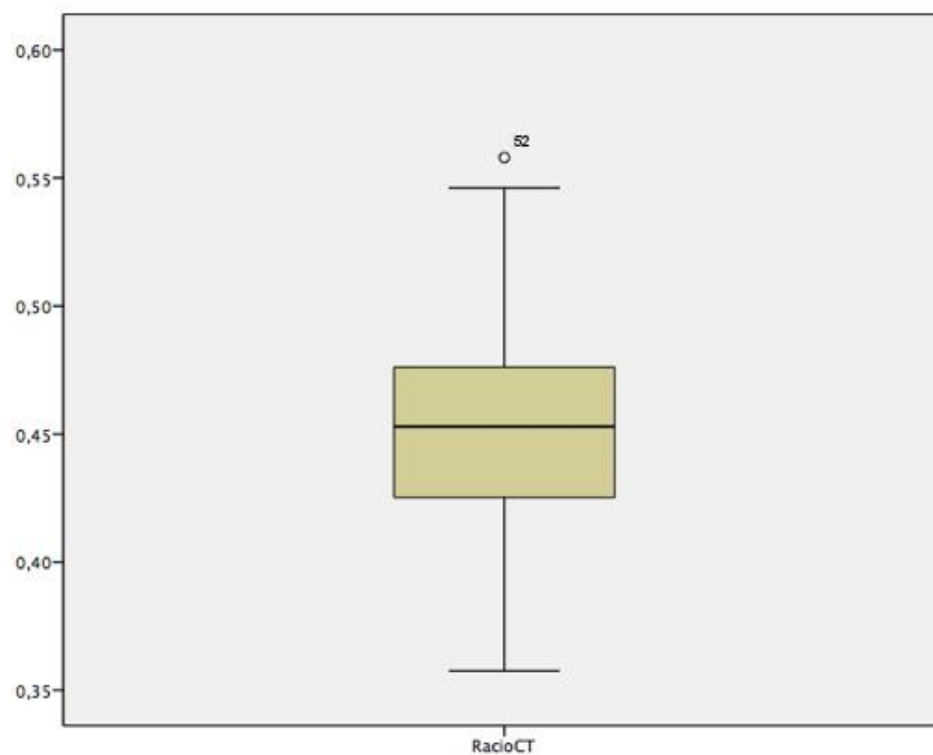




**Figura 14** – *Boxplot* relativo à distribuição em quartis e representação de *outliers* das medições da largura do coração em projecção ventrodorsal.



**Figura 15** – *Boxplot* relativo à distribuição em quartis e representação de *outliers* das medições da largura do tórax em projecção ventrodorsal.



**Figura 16** – *Boxplot* relativo à distribuição em quartis e representação de *outliers* dos rácios entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax em projecção ventrodorsal.

### 3.2. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre escápulas em projecção ventrodorsal

Não foi possível estimar a existência de uma correlação significativa entre a largura da silhueta e a distância entre escápulas. Como tal, não se configura apropriado calcular um rácio entre estas duas medidas, já que seria fundamentalmente especulativo. A Tabela 6 apresenta, ainda assim, as medidas descritivas destes parâmetros morfométricos.

**Tabela 6** – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e da distância entre escápulas medidas em imagens radiográficas em projecção ventrodorsal.

		Largura da silhueta cardíaca	Distância entre escápulas
Média		2,113	3,445
I.C. 95% Média	Mínimo	2,082	3,361
	Máximo	2,145	3,529
Mediana		2,140	3,450
Variância		0,024	0,173
Desvio padrão		0,154	0,416
Mínimo		1,710	2,560
Máximo		2,350	4,380

### 3.3. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do coracóide em projecção laterolateral

Não foi possível estimar a existência de uma correlação significativa entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do coracóide. Como tal, não se configurou apropriado estimar um rácio entre estas medidas, já que seria especulativo. A Tabela 7 apresenta, assim, os resultados da análise estatística descritiva realizada.

**Tabela 7** – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e do comprimento do coracóide em projecção laterolateral.

		Largura da silhueta cardíaca	Comprimento do coracóide
Média		1,430	3,111
I.C. 95% Média	Mínimo	1,384	3,053
	Máximo	1,476	3,169
Mediana		1,400	3,140
Variância		0,027	0,042
Desvio padrão		0,164	0,206
Mínimo		1,100	2,470
Máximo		1,800	3,450

### 3.4. Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno em projecção laterolateral

Não foi possível estimar a existência de uma correlação significativa entre a largura da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno. Como tal, não se configurou apropriado estimar um rácio estas medidas, já que seria especulativo. A Tabela 8 apresenta, assim, os resultados da análise estatística descritiva realizada.

**Tabela 8** – Resultados da análise estatística descritiva dos valores da largura da silhueta cardíaca e do comprimento do esterno em projecção laterolateral.

		Largura da silhueta cardíaca	Comprimento do esterno
Média		1,430	3,456
I.C. 95% Média	Mínimo	1,384	3,350
	Máximo	1,476	3,562
Mediana		1,400	3,430
Variância		0,027	0,142
Desvio padrão		0,164	0,377
Mínimo		1,100	2,850
Máximo		1,800	4,560

## 4. Discussão

Este estudo visou não só contribuir com novos dados relativos ao tamanho da silhueta cardíaca nas corujas-do-mato, como também verificar a eficácia da metodologia proposta para a avaliação morfométrica da silhueta cardíaca das aves.

A selecção das estruturas anatómicas medidas teve por base a consulta dos estudos morfométricos do tamanho da silhueta cardíaca a partir de radiografias e descritos no capítulo 1.6 da introdução. Foi seleccionada a largura do tórax para a avaliação em projecção VD e, para as avaliações no projecção LL, seleccionou-se o comprimento do esterno. A selecção da largura do tórax e do comprimento do esterno deveu-se à sua correlação significativa com a silhueta cardíaca, comprovado na bibliografia consultada (Straub, Pees & Krautwald-Junghanns, 2002; Barbon, Smith & Forbes, 2010; Lopes, 2015; Velayati *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2016).

Na tentativa de se encontrarem novas constantes em estruturas que não sofrem alterações com o crescimento do animal, optou-se por comparar o tamanho da silhueta do coração com a distância entre escápulas ( projecção VD) e com o comprimento do coracóide ( projecção LL). O presente estudo concluiu que não existe uma correlação entre estas estruturas, não sendo possível considerar a sua utilização para estimar o rácio entre elas. Contudo, não é possível afirmar que estas correlações não existam, visto não haver mais estudos que tenham tido os mesmos objectivos do presente trabalho e com os quais se possam comparar resultados. Infelizmente, devido às limitações e resultados obtidos, apenas se conseguiu estabelecer as medidas relativas da comparação da silhueta cardíaca com a largura do tórax, nas imagens em projecção VD. Apesar da ausência de correlação entre as estruturas sugeridas, os resultados obtidos neste estudo não permitem afirmar que não poderão ser úteis noutras espécies.

Na coruja-do-mato, a largura da silhueta cardíaca parece estar compreendida entre 36% e 56% da largura do tórax. Este rácio foi o único que registou uma correlação, pelo que foi o único parâmetro em que foram considerados os resultados obtidos. Tal como referido anteriormente, todas as avaliações das restantes estruturas mensuradas não apresentaram correlação com a silhueta cardíaca, pelo que não se considerou estimar o rácio entre elas, já que este iria ser fundamentalmente especulativo. Ainda assim, a largura do tórax continua a ser uma medida com forte correlação com a largura da silhueta cardíaca, sendo a única referência anatómica analisada por norma nos trabalhos publicados (Straub, Pees &

Krautwald-Junghanns, 2002; Barbon, Smith & Forbes, 2010; Lopes, 2015; Velayati *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2016) (Tabela 9).

**Tabela 9** – Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, no plano ventrodorsal. Straub e colaboradores (2002), Barbon e colaboradores (2010) e Sousa e colaboradores (2016), o presente estudo (\*) utilizam um IC 95%. Velayati e colaboradores (2015) e Lopes (2015) utilizaram um IC 90%.

Espécie	Média	Desvio. padrão	Intervalo de confiança	Referência bibliográfica
Papagaio africano	56	4	54-57	Straub <i>et al.</i> , 2002
Papagaio do Senegal	57	4	54-61	Straub <i>et al.</i> , 2002
Amazonas	54	3	51-57	Straub <i>et al.</i> , 2002
Búteo de Harris	57	1	54-60	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Falcão peregrino	68	1	66-74	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Falcão sacre	68	1	66-72	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Lanário	68	2	65-72	Barbon <i>et al.</i> , 2010
Periquito comum	62	3	55-70	Velayati <i>et al.</i> , 2015
Águia de Bonelli	53	2	81-93	Lopes, 2015
Búteo comum	51	2,8		Sousa <i>et al.</i> , 2016
Coruja-do-mato *	45	3,9	45-46	

A principal limitação deste estudo, dado o seu carácter retrospectivo, deve-se à própria selecção da amostra. A inexistência de um plano de selecção prévio à elaboração do presente estudo acabou por ser um factor limitante. Grande parte das imagens radiográficas da base de dados do CRAS entre 2011 e 2016 não apresentava um posicionamento correcto, acabando por diminuir a amostra que respeitava os critérios de inclusão definidos.

Por outro lado, visto que o critério de selecção da amostra se baseou apenas na qualidade do posicionamento radiográfico, esta foi constituída por animais de diferentes faixas etárias. Ainda assim, foi efectuado uma distinção entre animais crias/juvenis — cujo motivo de admissão mais frequente é a queda de ninho — e animais adultos, não se tendo encontrado diferenças significativas entre os dois grupos.

Outro aspecto importante a referir foi a ausência da possibilidade de distinção de géneros, o que acontece em grande parte das aves de rapina. Ainda que, em adultos, as fêmeas sejam ligeiramente maiores do que os machos, o dimorfismo sexual não é evidente nesta espécie

em animais jovens. Neste trabalho não foi possível efectuar a sexagem dos indivíduos através da análise de ADN.

Por outro lado, a variabilidade associada ao operador foi outro factor limitante deste estudo. Ainda que o processo seja relativamente simples, algumas imagens radiográficas apresentavam um menor detalhe radiográfico.

Caso todos os estudos radiográficos disponíveis tivessem sido considerados para o presente estudo, os detalhes relacionados com a técnica e posicionamento seriam de um rigor extremo, contribuindo para uma amostra muito maior.

### ***Perspectivas futuras***

Apesar de se poder afirmar que os resultados obtidos poderão representar, de uma forma geral, as diferentes faixas etárias, esta afirmação acaba por ter pouca importância, pois seria mais interessante obterem-se resultados para cada uma delas, assim como a distinção dos valores de referência para cada um dos géneros. Para além da amostra do presente estudo ser pequena demais, a sub-espécie presente na Península Ibérica, a *Strix aluco sylvatica* é comparativamente mais pequena que as corujas presentes no Centro e Norte da Europa, pelo que estes resultados podem não reflectir um intervalo de referência da população geral desta espécie. Logo, seria de interesse não só a realização de estudos com uma amostragem maior, como também a elaboração de estudos comparativos com as outras sub-espécies existentes.

Os valores recolhidos não parecem ir ao encontro da pressuposição de que aves mais pequenas possuem corações proporcionalmente maiores, em comparação com aves de maior envergadura. Este trabalho contribuiu para o conhecimento desta região anatómica, tratando-se, segundo os autores, do primeiro trabalho do género realizado com uma espécie rapina nocturna. No futuro, será importante a desenvolver mais estudos noutras espécies, fundamentalmente neste Género de aves.



## 5. Conclusão

A morfometria cardíaca continua a ser uma avaliação muito subjectiva pois, até à presente data, ainda existe uma grande escassez de valores de referência individuais para as diferentes espécies, de entre as quais, as rapinas nocturnas. Os resultados obtidos neste estudo reforçam a utilidade da largura torácica enquanto referência para a comparação com a largura da silhueta cardíaca, concluindo que na coruja-do-mato, a largura da silhueta cardíaca parece estar compreendida entre 36% e 56% da largura do tórax.

Os valores de referência obtidos neste trabalho visam auxiliar, de uma forma geral, a interpretação radiográfica do coração de indivíduos de coruja-do-mato que ingressem aos centros de recuperação e que possam apresentar qualquer suspeita de alterações ao nível do sistema cardiovascular.

## 6. Referências bibliográficas

- Barbon, A. R., Smith, S. & Forbes, N. (2010) Radiographic Evaluation of the Cardiac Size in Falconry Raptors. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 24, 222–226.
- Beaufrère, H. and Guzman, D. S.-M. (2016). Disorders of the Cardiovascular System. *In: Samour, J. (ed.) Avian Medicine*. (3rd Edition, pp. 395–408). Elsevier Health Sciences,
- Chitty, J. and Lierz, M. (2009) *BSAVA Manual of Raptors Pigeons and Passerine Birds*. Edited by J. Chitty and M. Lierz. British Small Animal Veterinary Association.
- Coles, B. H. (2007) Some suggested diagnostic schedules. *In: Coles, B. H. (ed.) Essentials of Avian Medicine and Surgery*. (3rd Edition, pp. 339–351). Chicester, United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd
- Cooper, J. E. (2002) *Birds of Prey: HEALTH & DISEASE* (3rd Edition) Edited by Blackwell Science Ltd. John Wiley and Sons Ltd.
- Dzialowski, E. M. and Crossley, D. A. (2014) The Cardiovascular System. *In: Scanes, C. G. (ed.) Struik's Avian Physiology* (6th Edition, pp. 193–283). Elsevier Science Publishing Co Inc.
- Farrow, C. S. (2008) *Veterinary Diagnostic Imaging: Birds, Exotic Pets and Wildlife*. Edited by Mosby. St Louis, United States: Elsevier - Health Sciences Division.
- Fitzgerald, B. C. and Beaufrère, H. (2016) Cardiology. *In: Speer, B. L. (ed.) Current Therapy in Avian Medicine and Surgery* (pp. 252–328) Elsevier Health Sciences.
- Friedrichs, K. et al. (2010) Guidelines for the determination of reference intervals in veterinary species and other related topics.
- Ginja, M., Jesus, S. S. and Ferreira, A. J. (2008) Radiologia clínica: fundamentos da técnica radiográfica. Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Goodens, J. (1982) *Collins British Birds*. William Collins Sons and Co Ltd., London.
- Jones, R. (2009) Raptors: Systemic and non-infectious diseases. *In: Chitty, J. and Lierz, M. (eds) BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds veterinary journal* (pp. 284–298) British Small Animal Veterinary Association.

König, C., Weick, F. and Becking, J.-H. (2009) *Owls of the World* (2nd Edition). Yale University Press.

Krautwald-Junghanns, M.-E. (2007) Aids to Diagnosis. In: Brian H. Coles (ed.) *Essentials of Avian Medicine and Surgery* (3rd Edition). Wiley-Blackwell.

Krautwald-Junghanns, M.-E. et al. (2011) *Diagnostic Imaging of Exotic Pets Birds, Small Mammals, Reptiles*. Hannover, Germany: Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Krautwald-Junghanns, M.-E. and Pees, M. (2016) *Clinical and Laboratory Diagnostic Examination*. In: Samour, J. (ed.) *Avian Medicine* (3rd Edition, pp. 73–178). Mosby.

Krautwald-Junghanns, M.-E., Pees, M. and Schroff, S. (2011) Cardiovascular system. In: Krautwald-Junghanns, M.-E. et al. (eds) *Diagnostic Imaging in Exotic Pets* (pp. 84–91) Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Krautwald-Junghanns, M.-E., Schroff, S. and Bartels, T. (2011) Radiographic investigation. In: Krautwald-Junghanns, M.-E. et al. (eds) *Diagnostic Imaging in Exotic Pets* (pp. 2–35). Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Krautwald-Junghanns, M.-E. and Trinkaus, K. (2011) Imaging techniques. In: Tully, T. (ed.) *Handbook of Avian Medicine*. Elsevier Health Sciences.

Lopes, A. F. S. (2015) *Valores de Referência Radiográficos para a Silhueta Cardíaca em Águias-de-Bonelli (Aquila fasciata)* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Lisboa.

Lopes, I. (2014) Coruja-do-mato (pp. 1–3). Acedido em 22 de Agosto de 2017 em [http://www.spea.pt/fotos/editor2/05fichastrixaluco\\_textoineslopes2014.pdf](http://www.spea.pt/fotos/editor2/05fichastrixaluco_textoineslopes2014.pdf).

Lumeij, J. T., Shaik, M. A. S. and Ali, M. (2011) Radiographic reference limits for cardiac width in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238, pp. 1459–1463.

Lumeji, J. T. and Ritchie, B. W. (2016) Cardiology. In: Samour, J. (ed.) *Avian Medicine — Principles and Application* (pp. 695–722) Mosby,.

Macwhirter, P. (2011) Basic anatomy, physiology and nutrition. In: Tully, T. N., Dorrestein, G. M., and Jones, A. K. (eds) *Handbook of Avian Medicine*. Elsevier Health Sciences.

- McMillan, M. (1994) Imaging Techniques. In: Ritchie, B., Harrison, G., Harrison, L. (ed.) *Avian Medicine, Principles and Application* (pp. 246-261). Wingers Publishing, Inc.
- O'Malley, B. (2005) Avian anatomy and physiology. In: O'Malley, B. (ed.) *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and Function of Mammals, Birds, Reptiles and Amphibians* (pp. 113–117). Elsevier Health Sciences.
- Pees, M. (2008) Radiography. In: Chitty, J. and Lierz, M. (eds) *BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds*. British Small Animal Veterinary Association.
- Pees, M. and Lierz, M. (2009) Advanced non-invasive imaging techniques. In: Chitty, J. and Lierz, M. (eds) *BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds*. British Small Animal Veterinary Association (pp. 121–127). British Small Animal Veterinary Association.
- Pendl, H. (2016) Interpretation of the hematology findings. In: Samour, J. (ed.) *Avian Medicine* (3rd Edition, pp. 94-97). Mosby.
- Santos, S. (1998) 'Rapinas nocturnas (Aves, Strigiformes) do Parque Natural da Serra de São Mamede' (Relatório de Estágio). Faculdade de Ciências de Lisboa.
- Silverman, S. and Tell, L. A. (2009) *Radiology of Birds: An Atlas of Normal Anatomy and Positioning*. Saunders.
- Sousa, L. et al. (2016) *Radiographic Reference Limits for Cardiac Size in Common Buzzards*, In *ICARE 2017*. Veneza, 25-29 de Março. p. 366.
- Straub, J., Pees, M. and Krautwald-Junghanns, M.-E. (2002) Measurement of the cardiac silhouette in psittacines. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221, pp. 76–79.
- Velayati, M. et al. (2015) Radiographic Reference Limits for Cardiac Width of Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 46, pp. 34–38.

